

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

RELATÓRIOS SOBRE METANOL

CLASS	
	32799

B206
B732r (RCET)
032799

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Luiz Antonio Fleury Filho
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Alaôr Caffé Alves
Secretário

CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Walter Lazzarini
Diretor-Presidente

Carlos Pedro Jens
Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia

Lineu Rodrigues Alonso
Diretor de Controle da Poluição de Regiões Metropolitanas

Luiz Antonio Ercolin
Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

Carlos Pedro Jens
Diretor de Normas e Padrões Ambientais
RESPONDENDO INTERINAMENTE

Ricardo Augusto Grecco Teixeira
Diretor Administrativo e Financeiro

Walter Godoy dos Santos
Diretor de Controle da Poluição do Interior

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS E MOBILIZAÇÃO

PESQUISA DE COMBUSTÍVEIS COM METANOL
RELATÓRIO FINAL
julho/90

CETESB	FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA			
DOCUMENTO				
TIPO Relatório final sobre o "Uso do Metanol como Combustível Veicular"	DATA julho/90	ORIGEM DEC	Nº PÁGINA/V. 57	Nº MAPAS
TÍTULO DO DOCUMENTO		AUTOR RESPONSÁVEL		
Pesquisa de Combustíveis com Metanol		ASSINATURA / CARIMBO / DATA Eng.º ALFREDO SZWARC Gerente da Unidade de Programas de Indução de Combustíveis Reg. 01.2810-0 - CREA 96777/1		
AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM		DOCUMENTO AUTORIZADO POR		
Gabriel Murgel Branco - CETESB (DEC) Alfred Szwarc - CETESB (DEV) Elcio Luiz Farah - CETESB (DECE) Ederson Wolff Conti - CETESB (DECV) Wanderley Costa - CETESB (DECV)		ASSINATURA / CARIMBO / DATA 		
		DOCUMENTO REVISADO		
		ASSINATURA / CARIMBO / DATA 		
		CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA		
		☒ EXTERNA ☐ INTERNA ☐ RESERVADA		
PALAVRAS CHAVE				
Combustíveis Alternativos - Metanol - Etanol - Emissão Veicular				
CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO				
DISTRIBUIÇÃO INTERNA				
ÁREAS/Nº DE CÓPIAS				
D - DE(1) - DEC(5) - DEV(5) - DECE(5) - DECV(2) - TEDB(2)				
USO DA BIBLIOTECA				
CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO	Nº DOCUMENTO	VISTO / CARIMBO / DATA		

RESUMO

O relatório aborda algumas possibilidades de combustíveis alternativos, passíveis de serem usados de forma a suprir a falta de etanol combustível anidro e hidratado, em 1990, sem penalizar significativamente o meio ambiente e o funcionamento e durabilidade dos veículos em uso.

É premissa do trabalho que a nova especificação de um combustível não obrigue a adoção de adaptação ou regulagens especiais dos veículos já em circulação, o que comprometeria qualquer possibilidade de controle dessa estratégia e, portanto, da poluição do ar.

Este relatório dá resposta a algumas questões que estavam ainda pendentes, como a emissão de formaldeído e acetaldeído, o efeito residual do AEHC no abastecimento com a mistura ternária e vice-versa e a influência dessa mistura na regulagem do veículo. Com os resultados obtidos, fica demonstrada a viabilidade técnica para o abastecimento dos veículos a álcool atuais com uma mistura ternária de combustíveis e que assegura a continuidade do controle da qualidade do ar e da proteção a saúde pública, sem prejuízo do transporte por automóveis, para tranquilidade daqueles que se posicionaram contra o uso do metanol em razão da sua toxicidade.

Foram incluídas, também, a análise dos efeitos do metanol na emissão evaporativa e uma comparação da estratégia emergencial do uso da mistura ternária aqui proposta, com a adição pura e simples de gasolina ao etanol hidratado.

Recomenda-se, também, que o procedimento desenvolvido neste estudo deva ser o mínimo obrigatório para a introdução de qualquer modificação das características ou da composição dos combustíveis automotivos, bem como de um combustível alternativo.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

LOCAL

EDITORA

IDIOMA

PORTUGUÊS

☐

INGLÊS

☐

ESPANHOL

☐

FRANCÊS

☐

ALEMÃO

☐

ITALIANO

☐
☐
☐

SÉRIE

SUMÁRIO

	Pág.
I. Introdução.....	3
II. Alcolina, gasool modificado e conversão de motores	4
III. Riscos devidos à utilização de metanol.....	6
IV. Orientação teórico-experimental.....	7
V. Ensaio de emissão	10
V.1. Procedimentos	
V.2. Resultados	
V.2.1. Ensaio Preliminares	
V.2.2. Confirmação para outros modelos	
V.2.3. Emissão evaporativa	
V.2.4. Abastecimentos parciais e variações aceitáveis na composição da mistura ternária	
V.2.5. Influência na regulação de marcha lenta	
V.2.6. Partida a frio e emissões durante o aquecimento do motor	
V.2.7. Durabilidade e compatibilidade com os materiais	
V.2.8. Opiniões dos usuários da mistura ternária	
VI. Considerações finais.....	29
VI.1. Poluentes secundários	
VI.2. Cuidados com o manuseio e usos inadequados do metanol	
VII. Conclusões e recomendações.....	32
VIII. Referências Bibliográficas.....	35
ANEXOS.....	37
1. Emissões de escapamento ponderadas, com diversos combustíveis - Parati a álcool	
2. Emissões de escapamento por fase, com diversos combustíveis - Parati a álcool	
3. Emissões de escapamento ponderadas; com diversos combustíveis - Gol a gasolina	

4. Emissões de escapamento por fase, com diversos combustíveis - Gol a gasolina
5. Emissões de escapamento ponderadas, com AEHC e 60E/33M/7G - Gol 1.6/88
6. Emissões de escapamento por fase, com AEHC e 60E/33M/7G - Gol 1.6/88
7. Emissões de escapamento ponderadas, com AEHC e 60E/33M/7G - Caravan 4.1/85
8. Emissões de escapamento por fase, com AEHC e 60E/33M/7G - Caravan 4.1/85
9. Emissões de escapamento ponderadas, com AEHC e 60E/33M/7G - Gol 1.6 CHT-Weber/90
10. Emissões de escapamento por fase, com AEHC e 60E/33M/7G - Gol 1.6 CHT-Weber/90
11. Emissões de escapamento ponderadas, com AEHC e 60E/33M/7G - Gol 1.6 CHT-Brosol/90
12. Emissões de escapamento por fase, com AEHC e 60E/33M/7G - Gol 1.6 CHT-Brosol/90
13. Emissões de escapamento e evaporativa, com AEHC - Chevette 1.6-Weber/90
14. Emissões de escapamento e evaporativa, com 60E/33M/7G - Chevette 1.6 - Weber/90
15. Emissões de escapamento e evaporativa com AEHC e 60E/33M/7G - Monza 1.8/89
16. Emissão evaporativa com AEHC e 60E/33M/7G - cinco veículos
17. Efeitos de abastecimentos parciais com AEHC e mistura ternária
18. Influência da mistura ternária na regulagem de marcha lenta - Antes de regular
19. Influência da mistura ternária na regulagem de marcha lenta - Após a regulagem

1) INTRODUÇÃO

Este relatório atualiza e substitui os dois relatórios preliminares emitidos em outubro e novembro de 1989, respectivamente, sobre a pesquisa de combustíveis com metanol, realizada na CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, de setembro de 1989 a julho de 1990.

Diante da expectativa inicial da falta inevitável de etanol para o ano de 1990, em volumes previstos superiores a 1 bilhão de litros, e atendendo às solicitações do extinto MDIC - Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio e, também extinto MME - Ministério das Minas e Energia, a CETESB, a PETROBRÁS e a indústria automobilística pesquisaram a possibilidade de se utilizar emergencialmente especificações alternativas para a gasolina e o álcool etílico hidratado combustível - AEHC, de modo a economizar o máximo possível de etanol.

Nesta linha, o MME propôs e o recém extinto CNP - Conselho Nacional do Petróleo adotou medidas emergenciais, como a especificação da gasolina com o mínimo de 12% de etanol anidro (AEAC) - exceção feita a São Paulo, que permaneceu com valor correto de 22% até 09/11/89, retornando em junho de 1990 ao mesmo valor - e do álcool com a adição de 5% de gasolina. Ambas as medidas têm o efeito de agravar bastante a emissão de hidrocarbonetos e especialmente de monóxido de carbono da frota de automóveis e utilitários em uso.

Entretanto, tais medidas estão longe de resolver o problema da falta de álcool para 1990. Em vista disso, o MME cogitou da adição de metanol aos combustíveis, em substituição a um maior volume de etanol. A viabilidade e os possíveis efeitos do uso de um novo combustível devem ser previamente analisados, especialmente no tocante à preservação da saúde e da qualidade ambiental, à durabilidade e ao bom funcionamento dos veículos, bem como às possibilidades de produção, estocagem e distribuição dos combustíveis, de acordo com as novas especificações.

A CETESB considera como premissa fundamental desse estudo, que a nova especificação de um combustível não deve obrigar a adoção de adaptações, conversões ou mesmo regulagens especiais dos veículos em uso, o que comprometeria toda e qualquer possibilidade de controle da poluição do ar. Isto se deve ao fato de ser impraticável a adoção de soluções mecânicas padronizadas e tecnologicamente adequadas para todos os veículos, bem como ao fato da rede de assistência técnica (concessionárias, oficinas independentes etc.) não dispor da capacitação e equipamentos necessários, especialmente no que diz respeito às emissões.

Neste sentido, como descrito em detalhes neste relatório, foi desenvolvida uma formulação perfeitamente adequada ao motor a álcool, à base de etanol, metanol e gasolina.

Este relatório dá respostas a algumas questões que estavam ainda pendentes, como a emissão de formaldeído e acetaldeído, o efeito residual do AEHC no abastecimento com a mistura ternária e vice-versa e a influência dessa mistura na regulagem do veículo. Com os resultados obtidos, fica demonstrada a viabilidade técnica para o abastecimento dos veículos a álcool atuais com uma mistura ternária de combustíveis e que assegura a continuidade do controle da qualidade do ar e da proteção à saúde pública, sem prejuízo do transporte por automóveis, para tranquilidade daqueles que se posicionaram contra o uso do metanol em razão unicamente da existência de sua toxicidade, sem considerar as doses e exposições reais.

Foram incluídas, também, a análise dos efeitos do metanol na emissão evaporativa e uma comparação da estratégia emergencial do uso da mistura ternária aqui proposta, com a adição pura e simples de gasolina ao etanol hidratado.

II. ALCOLINA, GASOOL MODIFICADO E CONVERSÃO DE MOTORES

O gasool ou gasolina com álcool é utilizado no Brasil com um teor de $22\% \pm 1\%$ de etanol, há quase dez anos.

A redução deste teor tem sido o alvo preferido das estratégias de economia de álcool, embora esta seja uma prática absolutamente indesejável, visto que a maioria dos motores brasileiros foi projetada e fabricada para queimar gasool a 22%.

Da mesma forma tem-se cogitado, nas crises de abastecimento, da adição de gasolina ao etanol hidratado para os veículos a álcool, o que é igualmente inadequado aos motores existentes.

Em ambos os casos, há um aumento da quantidade de ar necessária à queima total do combustível e, como o carburador mantém a sua dosagem, o motor passa a funcionar mal devido ao excesso de combustível e, consequentemente com aumento de emissões, especialmente a de monóxido de carbono.

As regulagens de carburador são absolutamente ineficazes para corrigir este efeito, na medida que estas afetam somente a dosagem da marcha lenta, que tem muito pouca influência nos demais regimes de funcionamento do motor.

As Figuras 1 e 2 indicam as principais influências das alterações do álcool e da gasolina sobre a emissão de poluentes dos motores de automóveis (Ref. 1).

Está perfeitamente demonstrado pelas figuras mencionadas, que a adição de gasolina ao álcool e a redução do teor de álcool do gasool são práticas que resultam em sensível aumento da poluição atmosférica e não podem ser consideradas como soluções para regular as oscilações de produção de álcool.

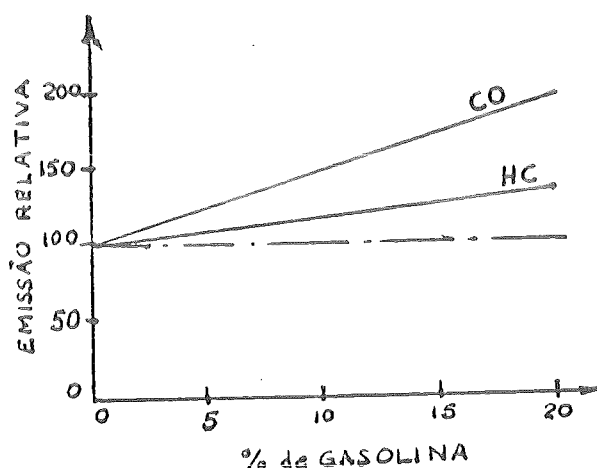


Fig. 1 - Influência do teor de gasolina na alcolina

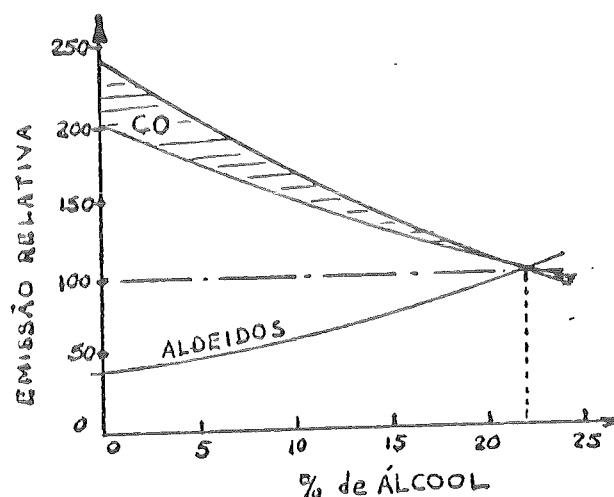


Fig. 2 - Influência do teor de álcool no gasool

Outra prática, que chega a ser comum, é a conversão de motores. No início do PROÁLCOOL, muitos veículos a gasolina foram convertidos para o uso de álcool em oficinas mecânicas e retíficas, tendo sido criados os CAT's - Centros de Apoio Tecnológico que eram, na maioria, universidades ou institutos de pesquisa e difundiam os conjuntos do motor a álcool desenvolvidos no CTA - Centro Tecnológico Aeroespacial. Apesar de todo o esforço e acompanhamento técnico muito próximo e de boa qualidade, os veículos convertidos jamais puderam ter resultados comparáveis aos conseguidos nos motores fabricados originalmente para o uso de álcool, especialmente no tocante aos níveis de emissões. Isto ocorre em todos os casos de conversão, dada à impossibilidade de uma oficina ou mesmo um instituto ser comparável a uma fábrica de motores, ou seja, em razão da inviabilidade de se projetar uma adaptação com todos os requintes de engenharia necessários e, ainda, de incorporá-los na execução dos serviços realizados sem os equipamentos de uma linha de produção.

O mesmo acontece hoje, porém no sentido inverso. A PETROBRÁS comete a irresponsabilidade de divulgar uma "receita" de conversão de um veículo a álcool para uso de gasolina, também ao alcance de qualquer oficina, igualmente sem a possibilidade da garantia de um padrão de qualidade e do atendimento à legislação ambiental. Milhares de conversões já foram efetuadas em oficinas que, por melhores que sejam, não são qualificáveis para isso,

pois a maioria não dispõe sequer de um simples analisador de CO, quando é necessário ter um laboratório completo para o ensaio de emissões que nenhum CAT possui. A experiência atual mostra que os níveis de emissão obtidos no veículo convertido são sempre superiores aos dos mesmos veículos a álcool (originais).

Pelas razões expostas a CETESB é frontalmente contrária à adição de gasolina ao álcool, ao uso de gasool com menos de 22% de AEHC e a qualquer tipo de conversão de motores, especialmente como estratégias reguladoras de abastecimento.

III) RISCOS DEVIDOS À UTILIZAÇÃO DO METANOL

As suspeitas de riscos provenientes da utilização do metanol como combustível veicular concentram-se na exposição direta ao metanol, aos seus produtos de combustão e aos produtos de transformação posterior no próprio meio ambiente.

Devido à sua grande solubilidade em água, o metanol é absorvido rapidamente pelo ser humano, tanto por ingestão e inalação, quanto por contato com a pele. Por isso, deve-se criar condições que reduzam ou evitem a exposição ao metanol líquido ou evaporado, sendo que o grupo de risco principal neste caso é constituído pelas pessoas que manipulam o combustível em contato direto. Neste sentido, é importante a conscientização da população em geral, especialmente os grupos de risco e as crianças, para se evitar, principalmente, a ingestão de metanol, bem como minimizar o seu contato com a pele e a sua inalação. Consideramos que a ingestão é o principal risco a ser eliminado, porque esta é a via que possibilitaria as maiores doses de intoxicação. Por isso, devem ser tomados os devidos cuidados para evitá-la, o que pode ser realizado com absoluta segurança. Trata-se, portanto, de um produto tóxico que requer cuidados, porém da mesma maneira que outros produtos comuns no mercado, como é o caso dos inseticidas e da gasolina, a sua comercialização também não necessita ser proibida.

Quanto aos produtos de transformação fotoquímica na atmosfera, a utilização de metanol como combustível é vista com grande interesse pela comunidade científica internacional, visto que o metanol emitido apresenta baixa reatividade, o que pode ser traduzido como menor formação de oxidantes fotoquímicos. Vale notar, que o etanol é aproximadamente cinco vezes mais reativo na atmosfera que o metanol.

Por outro lado, embora a combustão de metanol resulte na emissão de aldeído fórmico, que apresenta alta reatividade fotoquímica, temos que a magnitude dessa emissão é função das condições de combustão. Considerando que os motores desenvolvidos para a utilização de AEHC operam com altas taxas de compressão, fato que resulta em alta eficiência termodinâmica, é de se esperar que a emissão de ácido fórmico seja relativamente baixa. É importante

lembrar que, segundo estimativas da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), a formação de aldeído fórmico na atmosfera, devido à presença de hidrocarbonetos emitidos por veículos a gasolina e diesel é significativamente maior do que seria a emissão desse poluente por veículos movidos exclusivamente a metanol, numa hipotética conversão de toda a frota de veículos à gasolina para este combustível.

Quanto às emissões veiculares, este trabalho tem como objetivo determinar as formulações dos combustíveis que reduzam ou, pelo menos, mantenham os mesmos níveis de emissão de poluentes pelos veículos, para assegurar que estas não apresentem riscos maiores do que os combustíveis atualmente existentes, preservando assim os resultados altamente positivos na redução da emissão atmosférica, já alcançados pela implantação do PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e pelo uso do álcool como combustível veicular.

IV) ORIENTAÇÃO TEÓRICO-EXPERIMENTAL

O procedimento completo para a avaliação do uso do metanol como combustível alternativo deve envolver todos os aspectos e interrelações com o meio ambiente, desde a sua produção, estocagem, transporte, abastecimentos, produtos de combustão, química da atmosfera, efeitos sobre a saúde e vegetação, emissões acidentais e a contaminação dos cursos d'água, do solo e dos ecossistemas. Grande parte destes aspectos é, entretanto, abordada na literatura técnica internacional, bem como no estudo de impacto ambiental (Ref. 2), elaborado em Janeiro de 1990 para o MME.

Dada a importância de se consolidar as informações referentes à emissão veicular, este estudo focaliza essencialmente o uso e a queima de combustíveis contendo metanol nos veículos atuais, visando definir uma formulação de combustível que não comprometa a emissão de poluentes oriundos da sua queima e que não exija regulagens ou conversões especiais para sua utilização. Quanto aos aspectos de produção de metanol, estes não interferem na análise, porque o Brasil importa o produto.

Com relação aos riscos de acidentes de transporte e derramamentos de grandes quantidades de metanol, ocorreram alguns acidentes com este produto, nos últimos dez meses, onde a descontaminação do solo e dos cursos d'água ocorreu em tempo muito menor do que geralmente acontece com outros combustíveis e produtos químicos, devido à maior degradabilidade do metanol. A despeito de não terem sido desenvolvidos estudos específicos para o gerenciamento de acidentes e o manuseio de "metanol-combustível", pode-se admitir que os procedimentos indiscutivelmente aceitos para o "metanol-produto-químico" e para outros combustíveis líquidos são suficientes para o controle dos riscos envolvidos neste caso, que se concentram principalmente nos cuidados com incêndio e

explosões e, por isso, requerem roupas e equipamentos especiais de proteção.

Com relação ao comportamento e às características dos motores que utilizam metanol como combustível, a bibliografia disponível internacionalmente dirige-se a três casos básicos:

- a) M-100 e M-85: metanol puro e com 15% de gasolina, respectivamente, destinados a veículos especialmente projetados para utilizar estes combustíveis, ou seja, com características de projeto (geralmente parâmetros numéricos) diferentes dos usuais;
- b) adição de até 5% de metanol à gasolina com o uso de co-solventes, como o etanol por exemplo, o que não exige regulagens especiais ou alteração no veículo concebido para queimar gasolina pura.

O que se cogitou no Brasil foi uma adição (bem maior que 5%) ao etanol. Trata-se, portanto, de uma opção inédita para a qual a bibliografia não se aplica diretamente, exceto como uma indicação inicial.

Como a relação ar-combustível e o poder calorífico são crescentes, respectivamente, para o metanol, o etanol e a gasolina pura (Tabela 1), partiu-se da premissa teórica de que uma mistura adequada de metanol e de gasolina poderia ter as mesmas características mencionadas do etanol e deveria servir para substituí-lo, com os mesmos requisitos de ar que definiram o projeto original do motor. Num primeiro passo, a proporção dessa mistura foi calculada apenas em função desses dois parâmetros, chegando-se à formulação de 2/3 de metanol e 1/3 de gasolina, em volume, para a substituição teórica do etanol. Para se conhecer mais nitidamente o comportamento potencial das misturas com metanol, foram ensaiadas as misturas 70M/30G e 85G/15M nos veículos a álcool e a gasolina, respectivamente, onde o etanol é substituído totalmente, o que indicou que o raciocínio é qualitativamente correto. Seguindo o mesmo raciocínio, foram estudadas as misturas 55E/30M/15G e 85E/10M/5G para os veículos a álcool e 82G/10E/8M para os veículos a gasolina, onde "E", "M" e "G" referem-se às porcentagens em volume de etanol, metanol e gasolina, respectivamente. Cabe salientar que o metanol utilizado é de pureza superior a 99% e o etanol é hidratado para veículos a álcool e anidro para veículos a gasolina.

Desde os primeiros ensaios, ficou evidenciado que as diferenças de viscosidade e de evaporação do metanol alteram significativamente a dosagem real do carburador, especialmente no caso dos motores a álcool, produzindo uma mistura mais rica que a esperada, com a qual a emissão de monóxido de carbono chegou a triplicar. Foi necessário, por isso, corrigir empiricamente as proporções dos combustíveis fazendo com que o carburador voltasse a preparar uma mistura com relação ar-

combustível real igual à do combustível original, cujas principais formulações também constam da Tabela 1.

TABELA 1 - PROPRIEDADES DOS COMBUSTÍVEIS PESQUISADOS

	PODER CALORÍFICO INFERIOR (kcal/kg)	AR-COMBUST. TEÓRICA (kg/kg)	VISCOSIDADE (cSt)	DENSIDADE
Metanol	4 708	6,4	0,75	0,79
Etanol	6 405	9,0	1,5	0,79
Gasol. Pura	10 205	14,8	0,6	0,74
70 M/30 G	6 357	8,9		0,77
60E/33M/7G	6 111	8,55		0,79
95(2E/1M)/5G	6.058	8,47		0,79

Neste sentido, foram realizados ensaios com diversas misturas binárias e ternárias de metanol, gasolina e etanol. Os primeiros resultados indicaram a possibilidade do uso de várias formulações nos veículos brasileiros atuais, sem a necessidade de qualquer regulagem ou adaptação especial.

Diante destes resultados, foram intensificados os ensaios das misturas mais promissoras e de outras formulações próximas, visando o seu aprimoramento e o estabelecimento de tolerâncias aceitáveis para a sua distribuição. Adicionalmente, foram ensaiadas formulações equivalentes, com proporções não fracionárias, para maior facilidade dos procedimentos de produção industrial e de distribuição dos combustíveis.

Tendo em vista que as formulações de misturas para veículos a álcool mostraram-se altamente interessantes para a economia de etanol, maior atenção foi dispensada para estes casos.

Determinadas as misturas viáveis para os veículos a álcool, procedeu-se à avaliação da emissão evaporativa de combustível. Desde os primeiros resultados, ficou evidente que o aumento desta emissão, causado pela presença de metanol e gasolina, é compensado pela diminuição da emissão de hidrocarbonetos pelo cano de escapamento. Porém, este aspecto limita a substituição do etanol ao máximo de 40% sem comprometimento ambiental (mistura 60E/33M/7G).

Substituições menores são, evidentemente, desinteressantes para a solução da crise do álcool. Entretanto, foram avaliados mais três combustíveis com proporções intermediárias a 100% de AEHC e a mistura 60E/33M/7G, correspondentes a abastecimentos parciais, ora com AEHC, ora com a mistura ternária especificada, os quais exibiram os mesmos resultados de emissão. Estes ensaios evidenciaram, também, que os parâmetros mais importantes a serem fixados são o máximo de 40% para a substituição do AEHC e a relação metanol/gasolina que deverá se situar entre 33/7 e 35/5 na mistura ternária.

Numa última fase, as principais variações de campo foram levadas em conta, tais como a inconstância das características da gasolina e a influência de diversas concepções e idades dos veículos no comportamento da mistura combustível. Neste sentido, foram utilizadas três gasolinas, a saber, nafta craqueada, nafta petroquímica (destilação direta) e uma mistura de naftas com 90% craqueada e 10% petroquímica (comercial), para a preparação das misturas ternárias, ensaiadas em três veículos diferentes.

Além destes, outros quatro veículos foram ensaiados com AEHC e mistura 60E/33M/7G, cujos resultados confirmam os ensaios iniciais, desta vez cobrindo, praticamente, toda a gama de valores de emissão encontrados na frota brasileira de veículos.

Finalmente, foram avaliados diversos veículos quanto à influência da mistura sobre a regulação de marcha lenta, o que indicou uma variação do monóxido de carbono neste regime, porém perfeitamente dentro dos limites especificados.

Diante dos resultados obtidos, através do programa de pesquisa acima, foi possível obter uma avaliação conclusiva a respeito da utilização da mistura com metanol, tal como detalhado nos capítulos subsequentes.

V) ENSAIOS DE EMISSÃO

V.1) Procedimentos utilizados

Os ensaios, padronizados de acordo com as normas NBR-6601 e NBR-7024 (identicamente ao especificado nas normas americanas, também conhecidos por US-74 e US-75), são realizados no dinamômetro de chassis e seguem um ciclo de condução urbana composto por três fases: fase 1, de 505 segundos após a partida com o motor frio; seguida da fase 2, de 866 segundos e da fase 3 que é a repetição da fase 1, porém iniciada com partida a quente após 10 minutos de intervalo com o motor desligado. Os gases são coletados e diluídos em ar em vazão constante (CVS), sendo que os resultados estão apresentados de maneira a destacar a emissão (em g/km) e a autonomia (em km/l), isoladamente para cada fase. Os mesmos parâmetros também são calculados para o ciclo urbano apenas com a partida a quente (US-74) e para o ciclo urbano completo com

partidas a quente e a frio (US-75). Somente os resultados do ciclo completo são aplicáveis à avaliação dos efeitos ambientais, enquanto que os demais são mais aplicáveis às considerações de engenharia do veículo e de regimes de funcionamento mais específicos. Entretanto, como um ensaio completo exige o resfriamento do veículo de um dia para o outro, a confirmação de resultados para validação de alguns ensaios completos foi baseada na repetibilidade das fases a quente obtidas no mesmo dia, para se reduzir o número de repetições de ensaios completos e o tempo de pesquisa.

Segundo a norma NBR-6601 as medições de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂) foram efetuadas por detectores de infravermelho não dispersivo, enquanto que os hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x) foram detectados por ionização de chama (FID) e luminiscência química, respectivamente.

Cabe ressaltar que a medição de HC pelo FID engloba os compostos oxigenados, porém com fatores de sensibilidade diferentes, o que requer quantificações em separado para estes últimos.

Os aldeídos totais foram detectados separadamente pelo método de absorção em solução de MBTH (Metil Benzo Tiazolona Hidrazina) e expressos em formaldeído, de acordo com o projeto de norma S:11.03-015 da ABNT. A determinação de cada tipo de aldeído individualmente, foi feita por cromatografia de fase gasosa, com detector de condutividade térmica e coleta feita em solução aquosa de 2,4 dinitrofenilhidrazina/ácido clorídrico (DNPH/HCl). É importante enfatizar que existem diferenças na quantificação do aldeído acético pelos dois métodos, de modo que os resultados obtidos por MBTH (aldeídos totais) não devem ser comparados diretamente com a soma dos resultados de aldeídos individuais obtidos por cromatografia. São válidas, porém, as comparações de resultados obtidos pelo mesmo método.

As medições de metanol e etanol foram realizadas por cromatografia de fase gasosa com detector de ionização de chama e coleta em água.

As medidas de monóxido de carbono em marcha lenta foram realizadas sem diluição, com detector de infravermelho não dispersivo.

Os ensaios de emissão evaporativa são realizados de acordo com o projeto de Norma ABNT S:17.01-003 (procedimento norte-americano conhecido por "SHED Test"), segundo o qual o veículo é colocado numa câmara hermética, onde o monitoramento de HC, através de um detector de ionização de chama (FID), quantifica a massa de combustível evaporado, nas seguintes situações:

- a) o veículo com motor frio e abastecido com combustível resfriado tem seu tanque de combustível aquecido externamente, simulando a exposição do veículo ao sol;
- b) logo após o ensaio de emissão de escapamento, o veículo (aquecido) é resfriado naturalmente no interior da câmara, provocando a emanação de vapores no compartimento do motor..

Para as medições de AEHC o equipamento foi calibrado com etanol, o que resulta na aplicação de um fator de correção multiplicativo da ordem de 2.3 em relação à medição de gasolina (Ref. 3). Para as medições dos combustíveis com metanol, o equipamento foi recalibrado com a mistura 60E/33M/7G, segundo o mesmo processo da Ref. 3, o que resulta na aplicação de um fator de correção multiplicativo da ordem de 2.6 a 2.8 em relação à medição de gasolina.

V.2. Resultados

Para maior clareza da interpretação, os resultados dos ensaios estão resumidos em tabelas que indicam as médias encontradas. Entretanto, todos os resultados de ensaios válidos, inclusive os parciais de cada fase e das fases a quente (que indicam a variabilidade dos valores obtidos), estão apresentados individualmente nos anexos 1 a 12 deste relatório. Complementarmente, foram realizados alguns ensaios na General Motors do Brasil, Indústria e Comércio Brosol Ltda. e Weber do Brasil Indústria e Comércio Ltda., que gentilmente colaboraram com a realização deste estudo e cujos resultados estão apresentados nos anexos 13 a 16, especialmente os de emissão evaporativa que a CETESB ainda não está capacitada a fazer. Os Anexos 17 a 19 apresentam os resultados dos ensaios complementares realizados na CETESB para avaliação dos efeitos de abastecimentos parciais e da mistura ternária sobre a regulagem de marcha lenta.

Em razão do curtíssimo prazo para a realização destes ensaios, não foi possível a repetição daqueles onde ocorreram problemas com a instrumentação. Por esta razão, as tabelas de resultados omitem algumas medições de monóxido de carbono, autonomia e óxidos de nitrogênio, bem como várias de aldeídos, porém apresentam todos os resultados válidos encontrados nas medições.

V.2.1. Ensaio preliminares

Nos ensaios preliminares utilizou-se um Volkswagen Parati a álcool, modelo 88, motor AP-1600, carburador Weber, 5 marchas, com 14.853 km, inspecionado de acordo com as especificações do fabricante e regulado com etanol hidratado (AEHC). A Tabela 2 sumariza os níveis de emissão dos anexos 1 e 2, resultantes da operação com diversas misturas ensaiadas, comparativamente aos

valores obtidos com etanol, indicando preliminarmente que:

TABELA 2 - EMISSÕES DE ESCAPAMENTO DA PARATI-88, A ÁLCOOL

EMISSIONES (CICLO COMPLETO) - g/km									
COMBUSTÍVEL	Nº de ENSAIOS	CO (ML) %	AUT. km/l	CO	CO ₂	HC	NO _x	ALDEÍDO TOTAL *	METANOL ETANOL
AEHC	4	1,6	8,63	9,3	161	1,78	1,33	0,070	1,38
70M/30G	4	1,9	7,96	24,0	144	1,65	1,13	0,039	0,965
70E/30M	4	0,8	8,09	7,1	161	1,41	1,44	0,084	nd 1,685
80E/20M	1	1,5	8,49	8,0	157	1,36	1,49	0,083	
60E/33M/7G**	4	1,2	8,28	9,9	158	1,41	1,55		
60E/35M/5G	4	1,2	8,26	9,4	158	1,34	1,63		

* medições realizadas pelo método MBTH

** ou mistura equivalente [95% (2/3E + 1/3M) + 5%G]

ML = marcha lenta

nd = não detectado

- a substituição de etanol (totalmente ou em parte) pela mistura de 2/3 Metanol e 1/3 Gasolina, calculada teoricamente, acarreta um enriquecimento real da mistura ar-combustível, traduzido pelo aumento drástico de CO e uma redução simultânea de NO_x. Tal conclusão é clara na mistura 70M/30G e confirmada por alguns ensaios simplificados das misturas 55E/30M/15G e 85E/10M/5G, que utilizam a mesma proporção metanol/gasolina e não foram detalhados por não trazerem melhores informações;
- a mistura 60E/33M/7G e sua equivalente [95% (2/3E + 1/3M)+5%G] produziram os melhores resultados globais no veículo ensaiado e já possuem a gasolina que é desnaturante para evitar ingestão por pessoas desavisadas;
- a mistura 80E/20M produz resultados satisfatórios, porém necessita da adição de um desnaturante. Como a gasolina deveria ser utilizada como tal e, com isso, haveria novo desbalanceamento da mistura combustível, esta hipótese recai na mistura 60E/33M/7G;
- é possível variar as proporções de metanol e gasolina até a relação 35M/5G sem comprometer os resultados de NO_x e de autonomia, bem como o funcionamento do motor, o que confere à mistura 60E/33M/7G, uma margem de tolerância operacional

semelhante à utilizada no gasool (Gasolina com 22% $\pm$ 1% de etanol);

- e) na mistura 70M/30G, onde o etanol foi totalmente substituído, a emissão de metanol já se mostrou baixa (0,965 g/km); na mistura 70E/30M, mais próxima dos objetivos do MME, o metanol não foi detectado no gás de escapamento, o que significa que esta emissão é inferior a 0,6 g/km, que era o limite de detecção com o método inicial da CETESB. Por outro lado, a emissão de 0,6 g/km de metanol, praticamente, coincide com o limite máximo de combustível não queimado (total) nos gases de escapamento, admissível para veículos a metanol puro pela legislação atual dos Estados Unidos. Face aos valores desprezíveis encontrados para a emissão de metanol, estas medições foram logo suspensas para destinar o cromatógrafo à determinação dos aldeídos individuais, nos passos seguintes da pesquisa.

Ainda nesta fase preliminar ensaiou-se, também, um Volkswagen Gol a gasolina, modelo 89, motor AP-1600, 5 marchas, com 9437 km, inspecionado e regulado com Gasolina e 22% de etanol, de acordo com as especificações do fabricante. A Tabela 3 sumariza os níveis de emissão dos anexos 3 e 4, resultantes da operação com diversas porcentagens de adição de etanol e metanol à gasolina, o que permite uma comparação dos diversos casos com os níveis de emissão originais do veículo funcionando com gasool (a 22% de etanol).

TABELA 3 - EMISSÕES DE ESCAPAMENTO DO GOL - 88, A GASOLINA

EMISSIONES (CICLO COMPLETO) - g/km										
Combustível	Nº de Ensaio	CO(NL) %	Aut km/l	CO	CO ₂	HC	NO _x	Aldeído total *	Metanol	Etanol
78G/22E	4	1,9	10,27	16,3	175	2,31	1,75	0,031		
85G/15M	4	1,9	10,47	16,5	172	2,35	1,73	0,025	nd	
82G/6M/10E	4	2,7	10,56	18,4	177	2,32	1,71	(0,024)	nd	0,037
80G/8M/12E	3	2,1	10,19	19,6	175	2,61	1,86			
82G/10M/8E	5	1,8	10,30	17,5	179	2,33	1,80	(0,028)		
78G/10M/12E	1	1,5	10,53	16,0	176	2,50	1,77			

* medições realizadas pelo método MBTH.

nd = não detectado

NL = marcha lenta

Obs: valores entre parênteses referem-se a apenas um ensaio.

Os resultados da Tabela 3 evidenciam que:

- a) a mistura 85G/15M, que possui a mesma relação ar-combustível estequiométrica do gasool brasileiro (78G/22E), não altera o comportamento do motor, chegando a reduzir um pouco a emissão de aldeídos totais. Porém, esta mistura não é estável quanto à separação de fases, em presença de umidade e por isso não pode ser utilizada em regiões frias;
- b) a mistura 78G/10M/12E produziu bons resultados como alternativa para o gasool, porém precisa ser estudada quanto à estabilidade e separação de fases, quando armazenada em baixas temperaturas e em presença de umidade, como ocorre nos reservatórios subterrâneos dos postos de distribuição;
- c) pode ser viável o uso da mistura 82G/10M/8E para os veículos a gasolina. Tal mistura, entretanto, não proporciona economia significativa de etanol (adicionado à gasolina no teor de 22% e emergencialmente reduzido a 13% em 1989) e apresenta problemas sérios de separação de fases quando armazenada em temperaturas inferiores a 24°C. Entretanto, em todos os casos, onde a estabilidade da mistura não inviabiliza a sua distribuição, o potencial de economia de etanol está muito aquém das necessidades do país.

De uma maneira geral, esta primeira série de ensaios permite concluir preliminarmente o seguinte:

- a) com a utilização de metanol como componente dos combustíveis, pode-se conseguir muito maior economia de etanol na frota de veículos a álcool do que de veículos a gasolina, não havendo indícios de possibilidade de comprometimento ambiental com esta estratégia. Por isso, deste ponto em diante, este trabalho será dedicado ao estudo detalhado da mistura 60E/33M/7G, que poderá propiciar uma economia de até 4 bilhões de litros de etanol por ano, se for utilizada em todo o país;
- b) os ensaios acima comprovaram as hipóteses técnicas feitas inicialmente, mostrando que a adição de metanol ao etanol modifica o comportamento do motor a álcool como se este fosse desregulado, devido ao empobrecimento da mistura (excesso de ar) e ao menor poder calorífico do metanol. Este fato é, porém, compensado parcialmente pela menor viscosidade do metanol em relação ao etanol, o que aumenta a dosagem de combustível pelo carburador, atenuando parte dos efeitos do metanol sobre o desempenho e a emissão de gases de escapamento. Os efeitos líquidos principais da adição de metanol ao etanol são, portanto, o empobrecimento da mistura ar-combustível e a diminuição do seu poder calorífico, com a consequente diminuição da emissão de CO, aumento da emissão de NO_x, aumento do consumo de combustível e perda de torque (potência);

- c) inversamente, a adição de gasolina ao etanol também modifica o comportamento do motor a álcool como se este estivesse desregulado devido, neste caso, ao enriquecimento da mistura (falta de ar) e ao maior poder calorífico da gasolina. Tais desvios no funcionamento do motor produzem o aumento da emissão de CO, geralmente diminui a emissão de NO_x, diminui o consumo de combustível e aumenta o torque (potência);
- d) devido à maior volatilidade das misturas com metanol e gasolina em relação ao AEHC, é esperado que estas facilitem o processo de partida a frio. Inversamente, nos regimes de funcionamento a quente, a adição exagerada de metanol e/ou de gasolina podem comprometer a emissão de gases de escapamento por excesso de vaporização no próprio carburador;
- e) utilizando-se adequadamente os efeitos contrários produzidos pelo metanol e pela gasolina pode-se conseguir um combustível "equivalente" ao etanol para uso exclusivo em veículos, que mantenha aproximadamente os mesmos níveis de emissão de CO, HC, NO_x e aldeídos pelo escapamento. Tal combustível "equivalente" será obrigatoriamente uma mistura ternária Etanol/Metanol/Gasolina, em proporções determinadas empiricamente em função da emissão de gases de escapamento, verificando-se em seguida o consumo, detonação, dirigibilidade e outros parâmetros importantes do veículo. É conveniente ressaltar que a "equivalência" dos combustíveis nunca é total, pois novas variáveis não previstas no projeto do motor a álcool são introduzidas com esta prática e a fixação das proporções da mistura termina sendo feita respeitando-se um compromisso de não penalizar excessivamente a emissão de CO e nem a de NO_x. Complementarmente, as medições de aldeídos mostraram uma pequena redução desta emissão.

Como a bibliografia técnica indica que a queima de metanol produz aldeído fórmico, a segunda etapa de ensaios visa a determinação dessa substância. Nos casos em estudo, a adequação do combustível ao motor pode explicar os resultados obtidos, visto que o pequeno aumento da emissão de NO_x indica uma elevação da temperatura de combustão, o que pode se traduzir em redução da emissão de aldeídos. Entretanto, os combustíveis assim determinados (equivalentes em termos da emissão de produtos de combustão) guardam entre si, diferenças de toxicidade enquanto líquido ou vapor, requerendo por isso cuidados especiais em relação ao seu manuseio e à emissão evaporativa.

V.2.2. Avaliação da mistura 60E/33M/7G em outros modelos de veículos

Embora os resultados dos ensaios preliminares também tenham confirmado a análise teórica inicial e indicado a viabilidade da utilização da mistura 60E/33M/7G em veículos a álcool sem a necessidade de qualquer modificação ou regulação especial, uma

segunda série de ensaios foi conduzida para confirmar este comportamento em outros modelos de veículos, com concepções bastante diversas e com níveis originais de emissão muito diferentes entre si, abrangendo praticamente todas as faixas existentes na frota brasileira.

São todos veículos a álcool, inspecionados e regulados com AEHC de acordo com as especificações do fabricante, cujas características são as seguintes:

- a) Gol 1.6L, modelo 1988, motor AP-1600, carburador Weber, 5 marchas, com 36.133 km;
- b) Chevrolet Caravan 4.1L, modelo 1985, motor 6 cilindros, 4 marchas, com 140.703 km;
- c) Gol 1.6L, modelo 1990, motor CHT, carburador Weber, 5 marchas, com 6.600 km;
- d) Gol 1.6L, modelo 1990, motor CHT, carburador Brosol, 5 marchas, com 9.777 km;
- e) Chevette 1.6L, modelo 1990, carburador Weber, 5 marchas, com 2800km;
- f) Monza 1.8L, modelo 1989, 5 marchas, com 7.000 km.

Inicialmente, as misturas foram preparadas com três tipos de gasolina, a saber, nafta petroquímica (destilação direta), nafta craqueada (PREMIUM) e gasolina comercial (10% petroquímica + 90% craqueada). Tais ensaios, realizados numa Caravan 85 e num Gol 88, não mostraram diferenças significativas nas emissões devidas à variação do tipo de gasolina utilizada na mistura 60E/33M/7G, como pode ser observado nos Anexos 5 e 6 (para os resultados do Gol), 7 e 8 (para os resultados da Caravan). Após esta conclusão, as médias dos resultados dos seis ensaios realizados com as misturas ternárias para cada veículo foram calculadas para caracterizar a influência da mistura ternária nestes dois veículos. Os demais modelos foram ensaiados apenas com AEHC e 60E/33M/7G preparada com um só tipo de gasolina (nafta petroquímica).

Com relação à medição de metanol, o método de ensaio foi aprimorado, abaixando-se o limite de detecção para 0,005 g/km. Com isto foi possível determinar, em dois veículos, que a emissão de metanol pelo escapamento situa-se na faixa de 0,30 a 0,40 g/km (expresso como metanol), conforme Anexos 9 e 11.

A Tabela 4 sumariza os resultados obtidos com todos os veículos a álcool ensaiados com a mistura ternária, regulados previamente com etanol e indica as variações de autonomia e emissões de escapamento devidas à influência do novo combustível.

Tabela 4 - INFLUÊNCIA DA MISTURA 60E/33M/7G NA EMISSÃO DE ESCAPAMENTO

	Nº ENSAIOS	CO HL %	AUTON. km/l	EMISSIONES - g/km								ALDEIDO TOTAL	ETANOL
				CO	CO2	HC	NOx	FORMALD.	ACETALD.				
PARATI 1.6 L/88	3	1,6	8,63	9,32	161	1,78	1,33				0,090*		
AP 1600-WEBER													
14.000 km	4	-28%	-4%	+5%	-2%	-21%	+17%						
GOL 1.6 L/88	2	1,6	7,37	18,32	146	2,16		0,005	0,037	0,042			
AP 1600-BROSOL													
36.000 km	6	+96%	-3%	+8%	+4%	-8%		+13%	-53%	-45%			
CARAVAN 4.1 L/85	2	2,1	5,05	51,25	192	3,86		0,009	0,058	0,067			
140.000 km													
	6	-10%	0%	-13%	+2%	-9%		+30%	-57%	-46%			
GOL 1.6 L/90	4	1,2	8,50	6,39	153	1,64	1,53				1,19		
CHT/WEBER													
6.600 km	3	+8%	-3%	+5%	+1%	+1%	+8%				-39%(-11%)*		
GOL 1.6 L/90	5	2,0	8,20	20,42	145	1,82	0,87				1,51		
CHT/BROSOL													
9.800 km	2	+25%	-5%	0%	-2%	-6%	+9%				-54%(-27%)*		
CHEVETTE 1.6L/90	2	1,45	8,7	9,90	142	1,70	1,15						
WEBER													
2.800 km	2	-21%	+3%	-18%	0%	-22%	+10%						
MONZA 1.8 L/90	2		7,61	4,65	161	0,85	0,86				0,081*		
7.000 km													
	2		-2%	-2%	0%	-7%	+16%				-48%*		
VARIACÃO MÉDIA		+12%	-2%	-2%	0%	-10%	+12%	+22%	-55%	-46%	-46%(-19%)*		

* Medido pelo método MBTH

** Valores entre parêntesis referem-se a álcoois totais (metanol + etanol)

HL = marcha lenta

Legenda:

MODELO	VALORES ABSOLUTOS COM AEHC
	VARIAÇÕES DEVIDAS À MISTURA 60E/33M/7G

Através destes resultados, obtidos e confirmados através da realização de quase uma centena de ensaios em dinamômetro, pode-se concluir:

- a) a mistura 60E/33M/7G pode ser utilizada nos veículos a álcool brasileiros atuais, sem qualquer modificação, conversão ou regulagem especial do veículo e mantém basicamente, os mesmos níveis de emissão e autonomia. Há uma redução sistemática dos níveis de HC e um aumento da emissão de NOx que permanece, entretanto, abaixo dos níveis dos motores a gasolina;
- b) a emissão de metanol está realmente abaixo do limite norte-americano para veículos a metanol puro com catalisador e, portanto, não é significativa. A emissão de etanol é reduzida em 39% a 54%, sendo que a emissão total de álcool (etanol + metanol) ainda permanece com uma redução de 11% a 27%, indicando que a presença de metanol e gasolina facilita a queima do combustível;
- c) embora tenha aumentado, a emissão de formaldeído ainda permaneceu em níveis muito baixos. Em contrapartida houve uma grande redução da emissão de acetaldeído, o que propiciou também a redução de 50% da massa total de aldeídos emitidos;
- d) todas as tendências observadas refletem o mesmo comportamento da mistura ternária em qualquer configuração de veículo a álcool, inclusive o caso do CO, cuja variação oscila em torno de zero, que é a condição básica imposta desde o início da pesquisa. É importante ressaltar que estas conclusões são válidas tanto para veículos modernos de baixos índices de emissão (o Monza por exemplo) quanto para veículos antigos e desgastados com índices bem mais altos (a Caravan 85), assim como para os veículos que possuem níveis de emissão intermediários;
- e) uma vez determinado que a mistura 60E/33M/7G é adequada ao funcionamento do motor a álcool, recomenda-se avaliar os seus efeitos na emissão evaporativa e na regulagem de marcha lenta, bem como verificar a existência ou não de problemas se o usuário abastecer o veículo alternada e parcialmente com a mistura ternária e com AEHC. Os resultados de tais avaliações estão descritos nos próximos itens e servirão de balisamento complementar para a estratégia.

É importante salientar que este estudo não contempla os veículos equipados com injeção eletrônica e dispositivos anti-polução, muito mais sensíveis às variações do combustível, tal como serão os veículos brasileiros fabricados a partir de meados de 1991. Para estes, os estudos deverão ser refeitos, visando comprovar novamente a viabilidade do uso de misturas equivalentes se for necessária a adição de metanol aos combustíveis além daquela data. Por isso é recomendável que a estratégia de utilização da

mistura 60E/33M/7G, para restabelecer o estoque de etanol, seja limitada a junho de 1991.

Não há, no entanto, nada que indique a impossibilidade de se projetar veículos com injeção eletrônica e catalisador para uso de metanol ou de misturas-combustível à base deste produto. Porém, é imprescindível que, se as necessidades do país e a intenção do Governo apontarem para a continuidade do uso de mistura ternária à base de metanol, esta estratégia seja fixada com grande antecedência através de uma definição clara da matriz energética brasileira e baseada numa avaliação real e amplamente discutida com as montadoras e os setores ambiental e de combustíveis.

Neste caso, um novo estudo que contemple os veículos com controle de emissão mais aprimorados (obrigatórios pela legislação ambiental brasileira a partir do final de 1991) poderá trazer limitações mais rigorosas a esta estratégia, como uma nova formulação da mistura, e o projeto dos veículos futuros deverá prever a compatibilidade dos materiais e equipamentos empregados com o combustível alternativo.

Ainda neste sentido, cabe enfatizar que os veículos a álcool são viáveis e têm o maior potencial para a redução e o controle da emissão de poluentes, bem como do efeito estufa. Por isso, os álcoois devem participar da matriz energética em grande escala, especialmente para serem utilizados nos centros urbanos.

V.2.3. Avaliação da emissão evaporativa com a mistura ternária

Cinco veículos de concepções diferentes e representativos da maior parte da frota atual de veículos brasileiros foram ensaiados quanto à emissão evaporativa de combustível, tendo sido inicialmente abastecidos com AEHC e, em seguida, com a mistura 60E/33M/7G.

O anexo 16, apresenta todos os resultados obtidos, primeiramente expressos como hidrocarbonetos (indicados "como propano") e, em seguida, corrigidos de modo a considerar que os vapores emanados tenham a mesma composição do combustível empregado (indicados "como combustível").

Entretanto, a evaporação parcial da mistura ternária, especialmente a frio, emana vapores constituídos principalmente de gasolina, de forma que o referido fator de correção deveria situar-se entre 1.0 (gasolina) e 2.6 (mistura evaporada completamente). O fator exato é impossível de ser determinado com o equipamento disponível. Por isso, a Tabela 5 sumariza e compara os resultados obtidos assumindo-se o fator mais alto (a favor da segurança à proteção ambiental), obtido com a evaporação de uma massa conhecida da mistura ternária, nos equipamentos utilizados.

Para os ensaios com AEHC os resultados são tomados sempre como etanol, o que já é conhecido, comprovado e legislado (Refs. 3 e 4).

Para um cálculo do inventário de emissões, admite-se que os veículos trafegam, em média, 40 km/dia, o que equivale a três ciclos urbanos por dia. A isto, correspondem, também, três ensaios de evaporação a quente e dois a frio, visto que um dos resfriamentos do veículo se dá à noite. O aumento diário da emissão evaporativa está calculado de acordo com este raciocínio e, também, incluído na Tabela 5.

TABELA 5 - INFLUÊNCIA DA MISTURA 60E/33M/7G NA EMISSÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL

	AEHC			AUMENTO DEVIDO À MISTURA			
	FRIO	QUENTE	TOTAL	FRIO	QUENTE	TOTAL	DIÁRIO
ESCORT 1.6 CHT	0,67	4,09	4,76	0,99	3,99	4,98	13,95
FIAT PREMIO 1.6 - 86	0,39	4,90	5,29	1,81	23,63	25,44	74,51
CHEVETTE 1.6/90	1,12	2,75	3,87	3,02	1,97	4,99	11,95
GOL 1.6 CHT-90	0,77	1,13	1,90	2,34	1,12	3,46	8,04
MONZA 1.8/89	0,41	1,15	1,55	0,97	0,26	1,23	2,72

OBS.: Valores expressos em gramas de combustível/ensaio

Estes resultados indicam um aumento sistemático de 80% a 180% na emissão evaporativa total, exceto para o Fiat ensaiado, que apresentou um valor 5 vezes maior. Entretanto, embora sejam percentualmente altos, estes aumentos indicam que a emissão diária de poluentes é acrescida de 2,7 g a 14,0 g (exceção ao caso do Fiat que emitiu 75 g a mais), o que corresponde a 0,07 a 0,35 g/km. para um veículo que trafegue 40 km/dia, em média.

Considerando que a emissão de HC pelo escapamento apresentou uma redução sistemática de 10%, que corresponde a 0,2 g/km, pode-se concluir que um efeito compensa o outro, de modo que a emissão total de combustível (HC + evaporativa) da frota de veículos a álcool ainda se mantenha em níveis equivalentes ou mesmo inferiores aos originais com AEHC.

Além disso, mesmo o maior valor de emissão evaporativa encontrado (30,73 g/ensaio), ainda é comparável aos índices dos veículos a gasolina fabricados até 1989, que variam de 20 a 30 g/ensaio,

quando novos (Ref.5), podendo atingir até 50 g/ensaio em alguns casos, com o agravante de que a gasolina é um produto muito mais agressivo à saúde e ao meio ambiente do que o metanol, pois contém 35% de aromáticos que são cancerígenos e possuem muito maior reatividade química, propiciando a formação de aldeídos e peroxiacetil-nitrato na própria atmosfera (Ref. 6).

V.2.4. Abastecimentos parciais e variações aceitáveis na composição da mistura ternária

O uso emergencial da mistura 60E/33M/7G é concebido para ser alternativo e temporário, isto é, pode ser aplicado estrategicamente apenas em algumas regiões e durante períodos determinados. Por isso certamente haverá, em campo, uma contaminação da mistura ternária correta com AEHC, quando os reservatórios de combustível forem abastecidos ora com um, ora com outro produto.

Isto ocorrerá fatalmente nos veículos que se abastecerem alternadamente em regiões que utilizem combustíveis diferentes e nos postos de distribuição, nos momentos de transição de um para outro combustível.

Considerando que os dois combustíveis se mostraram equivalentes, é esperado que suas misturas também o sejam. Para demonstrar o efeito residual do etanol hidratado no abastecimento de veículos com mistura e vice-versa, realizou-se uma bateria de ensaios com partida a quente no veículo Gol 1.6 - ano 88 a álcool, seguindo-se o ciclo de condução urbano conforme US-74, na seguinte sequência:

- 1º - 100% de etanol hidratado
- 2º - 50% de etanol hidratado + 50% da mistura (60E/33M/7G)
- 3º - 25% de etanol hidratado + 75% da mistura (60E/33M/7G)
- 4º - 100% da mistura (60E/33M/7G)
- 5º - 75% de etanol hidratado + 25% da mistura (60E/33M/7G)

Os resultados experimentais, mostrados no Anexo 17, comprovam que o abastecimento parcial com AEHC sobre a mistura ternária ou vice-versa, não modifica as tendências de comportamento, consumo ou de emissões do veículo, determinadas nos ensaios anteriores, sendo que os desvios-padrão destes resultados são os mesmos de testes com um só combustível. A Figura 3 representa as tendências observadas, onde a largura de cada faixa corresponde a 1 desvio-padrão.

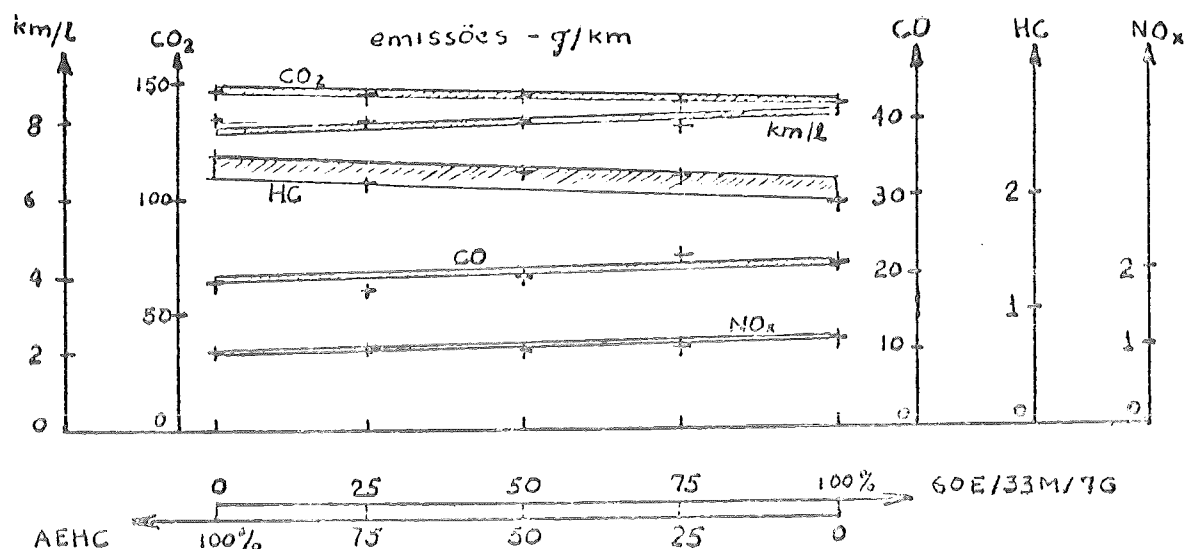


Figura 3 - Influência de abastecimentos parciais

Considerando ainda que os ensaios iniciais mostraram que o veículo pode aceitar, sem problemas de emissão e consumo, as misturas 60E/35M/5G e 80E/20M, assim como sempre se conviveu com contaminações de gasolina no AEHC até 3%, pode-se concluir que existem faixas de tolerância aceitáveis na composição da mistura ternária.

A Figura 4 ilustra estas possibilidades, onde deve-se ressaltar o seguinte:

- a) a linha que une dois pontos quaisquer do gráfico identifica os combustíveis resultantes da combinação das diversas porcentagens das duas misturas iniciais. Por exemplo, a linha "OA" corresponde a todas as combinações possíveis de AEHC e mistura 60E/33M/7G;
- b) a linha "OA" representa, portanto, as combinações ideais, tal como estudadas no presente trabalho, que podem ser estendidas às composições da região "OAB" em razão das tolerâncias necessárias à operacionalização da distribuição do combustível;
- c) a região "ODAEC" representa as combinações aceitáveis do ponto de vista de emissões, tal como concluído nos ensaios realizados pela CETESB. Entretanto, a linha "FA" foi fixada por sugestão da ANFAVEA em função da limitação imposta pelo fenômeno de detonação no motor provocada pela presença de gasolina em excesso, assim como a linha "GB", também sugerida pela indústria automobilística como limite máximo de

empobrecimento causado pelo excesso de metanol, imposto pela dirigibilidade do veículo;

- d) embora, na época, o CNP tenha fixado apenas a região "ABGF" como aceitável em sua especificação, é recomendável alterá-la para a região "ABGOD" o que amplia as possibilidades de distribuição e restringe a variabilidade da emissão de monóxido de carbono.

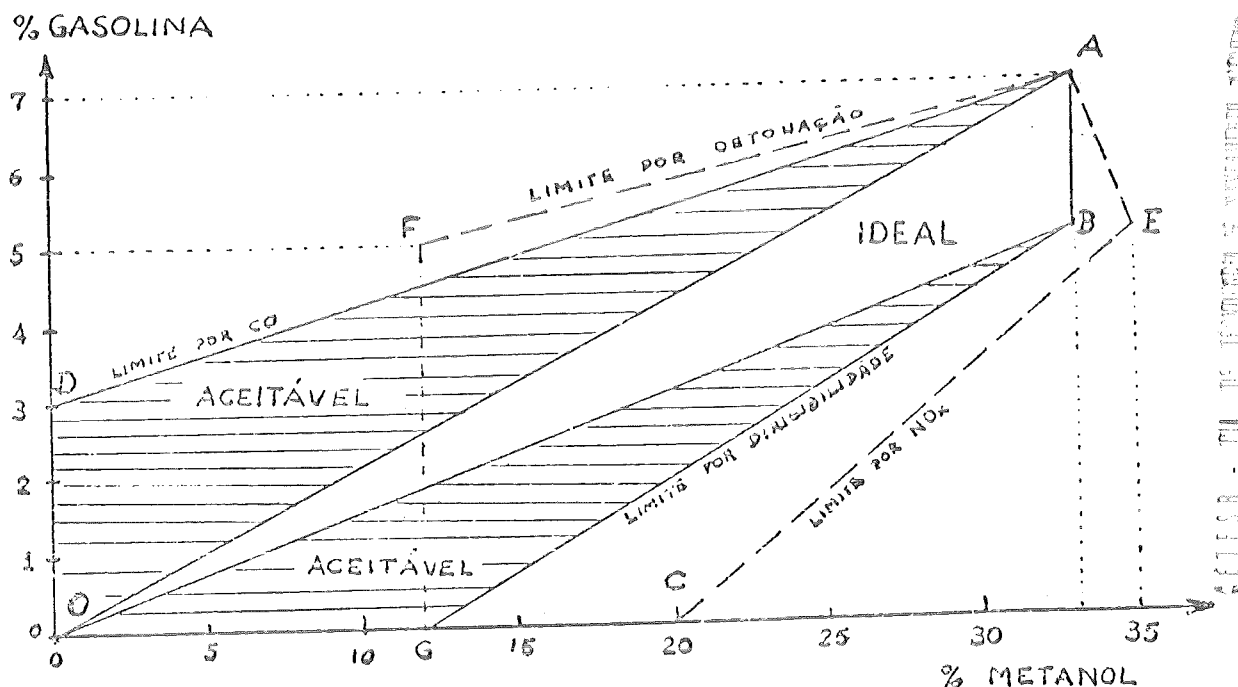


Figura 4 - Tolerâncias aceitáveis na mistura ternária

De acordo com todos os ensaios realizados, é importantíssimo observar que a proporção de metanol/gasolina seja mantida o mais próximo possível da fração 33/7, ou seja, sobre a linha "OA" da Figura 4, podendo-se tolerar proporções diferentes apenas na região delimitada pelo polígono "ABGOD", sendo que o complemento para totalizar os 100% deve ser o etanol hidratado.

Quando a operação em campo tiver de ser realizada em duas etapas, poderá ser feita da seguinte maneira:

- 1º - misturar "2 partes de etanol + 1 parte de metanol";
- 2º - adicionar 5% de gasolina ao volume total da primeira mistura.

Este combustível, também ensaiado, tem as mesmas características da mistura 60E/33M/7G.

Considerando a necessidade da fixação de tolerâncias para as operações de mistura em campo, sem agravar o quadro das emissões, a formulação acima deverá respeitar as seguintes proporções:

$$(94 \text{ a } 95)\% \text{ x C } (66 \text{ a } 68)\% \text{ E } + (34 \text{ a } 32)\% \text{ M }] + (6 \text{ a } 5)\% \text{ G}$$

é importante notar que o percentual de gasolina não é passível de grandes variações, pois com apenas 3% há um aumento exagerado da emissão de óxidos de nitrogênio e acima de 7% há o risco da ocorrência de detonação.

Estas misturas impõem maior dificuldade logística por serem ternárias, porém aproximam-se melhor do etanol, já contém a gasolina como desnaturante, e permitem a substituição de 40% do volume de etanol hidratado consumido no país, o que viabiliza o retorno à disponibilidade de álcool anidro para ser adicionado à gasolina no teor de 22%, indispensável ao controle ambiental.

O emprego das formulações com o alto teor de metanol viabiliza também a facilidade logística adicional de sua aplicação não integral no país, podendo-se dispensar as áreas onde a distribuição da mistura se tornar muito difícil.

4.2.5. Influência da mistura 60E/33M/7G na regulagem de marcha lenta

Para a verificação da influência da mistura ternária na regulagem dos veículos em marcha lenta, a CETESB utilizou dez veículos a álcool que estavam em uso normal, nos quais foram medidas a rotação e a porcentagem de monóxido de carbono com AEHC e com mistura 60E/33M/7G, primeiramente no estado em que se encontravam em campo e, mais tarde, após a sua regulagem correta feita com AEHC e de acordo com as especificações do fabricante.

A Tabela 6 sumariza todos os resultados obtidos, apresentados nos Anexos 18 e 19, de onde é possível concluir:

- a) a mistura 60E/33M/7G reduz a emissão de CO em marcha lenta sistematicamente, sendo que a dispersão dos resultados é menor após a regulagem, quando a variação do monóxido de carbono se reverte num aumento médio de 10%, coerentemente com os resultados obtidos em dinamômetro;
- b) a rotação de marcha lenta sofre variações desprezíveis, que não são suficientes para criar problemas de dirigibilidade ou exigir nova regulagem do carburador.

TABELA 6 - VARIAÇÕES NOS PARÂMETROS DE MARCHA LENTA
DEVIDAS AO USO DA MISTURA 60E/33M/7G -(%)

VARIAÇÕES	ANTES DE REGULAR		APÓS A REGULAGEM	
	CO	RPM	CO	RPM
MÁXIMA	0	+10,5	+14	+12
MÉDIA	-26	- 1,8	+10	+3,9
MÍNIMA	-80	-12,5	-40	-8

Foi também avaliada a emissão de um veículo em marcha lenta com o afogador acionado por períodos de até 15 minutos, simulando um descuido na operação de aquecimento do motor, possível de ocorrer e, eventualmente causar problemas em garagens pouco ventiladas. Nestas condições a emissão de CO aumentou 16% com a mistura ternária e a de HC manteve-se no mesmo nível original, sendo que ambas foram reduzidas com a mistura 70E/30M, que é um combustível pobre, como mostrado na Tabela 7. Convém ressaltar que os resultados de HC foram obtidos com o detector por ionização de chama, calibrado com propano, e não apresentam correção para as frações de álcool, sendo válidos apenas para comparações entre si.

TABELA 7 - EMISSÃO DE ESCAPAMENTO EM MARCHA LENTA,
COM AFOGADOR ACIONADO (g/minuto)

COMBUSTÍVEL	CO	HC
AEHC	60.5	2.05
70E/30M	50	1.1
60E/33M/7G	70	2.1

Convém ressaltar que as concentrações medidas no tubo de descarga são da ordem de 3600 ppm de HC e 57000 ppm de CO. Considerando que esta emissão pode ser constituída de uma parte significativa de metanol, calculou-se as diluições necessárias aos gases de escapamento para que as concentrações de HC e CO fossem reduzidas

aos níveis de segurança recomendados pela legislação de saúde ocupacional para vapores de metanol e monóxido de carbono, respectivamente 156 ppm e 50 ppm. Concluiu-se, assim, que quando o monóxido de carbono atingir a concentração máxima admissível numa garagem, a concentração de metanol estará 98% abaixo do seu limite admissível, o que descarta a preocupação específica devida ao uso da mistura 60E/33M/7G com o funcionamento de veículos em garagens. Em outras palavras, uma garagem que venha apresentar concentrações inadmissíveis de metanol, certamente apresentará exposições muito mais graves ao monóxido de carbono, o que identificará um problema de ventilação local e não do combustível utilizado.

V.2.6. Partida a frio e emissões durante o aquecimento do motor

As tendências de variação observadas nos níveis de emissão de escapamento, dos diversos poluentes analisados, são basicamente as mesmas na fase 1 (após a partida a frio) e nos resultados ponderados do ciclo completo, conforme pode ser observado nos Anexos 1 a 12. Isto justifica a conclusão de que a mistura 60E/33M/7G também mantém nos mesmos níveis, a emissão durante o aquecimento do motor.

Além disso, análises subjetivas indicaram que o processo de partida pode ter sido levemente facilitado pela maior volatilidade da mistura ternária em relação à do AEHC, podendo ser reduzida, ou mesmo dispensável em alguns casos, a injeção de gasolina. Este fato, embora não tenha ficado evidente através dos resultados de emissão, pode trazer uma outra vantagem: evitar a prática mais ou menos difundida da adição de gasolina ao AEHC, por ocasião do abastecimento do veículo, que é responsável por um aumento permanente de 25% a 100% da emissão de CO, conforme mostrado no Cap. II desse relatório.

Em vista disso, é recomendável que o uso da mistura ternária ocorra preferencialmente no inverno, época em que a temperatura ambiente também colabora na redução da emissão evaporativa que, com a mistura sofre um aumento, conforme comentado em V.2.3.

V.2.7. Durabilidade e compatibilidade com os materiais

No início das discussões sobre a adição do metanol ao álcool carburante, houve uma preocupação com a possibilidade de ocorrências de corrosão das partes metálicas e deterioração dos elastômeros utilizados nos veículos, uma vez que, no desenvolvimento das especificações de peças em geral, nunca havia sido previsto o uso de metanol.

As avaliações de compatibilidade de materiais demandam grandes períodos de ensaios, para que haja tempo suficiente para envelhecimentos, corrosões e ataques químicos das peças.

Entretanto, alguns ensaios acelerados foram realizados pelos fabricantes e indicaram que:

- a) a corrosão metálica se mantém nos mesmos níveis e diminui em alguns casos, exceto nos produtos cadmiados e bicromatizados onde há um pequeno aumento;
- b) as borrachas nitrílicas (tubos, membranas etc.), podem ter alguma sensibilidade ao metanol, entretanto, sua degradabilidade está mais associada à presença de hidrocarbonetos aromáticos no combustível;
- c) as peças de poliamidas (nylon) apresentam inchamento na presença de metanol, entretanto, este material também sensível ao etanol e que era utilizado na fabricação de bóias já está totalmente substituído por poliacetal, cuja sensibilidade ao metanol é a mesma apresentada para o etanol;
- d) as bóias maciças de borracha expandida (nitropor), apresentam inchamento e aumento de peso com metanol. Entretanto, como este problema ocorre também com etanol, estas bóias também estão sendo substituídas desde 1989.

É interessante notar que, apesar destas suspeitas existirem a nível de ensaio de laboratório, as redes de assistência técnica não têm evidências que confirmem um aumento de problemas de manutenção de veículos a álcool em campo, após a comercialização da mistura 60E/33M/7G em larga escala em São Paulo, o que já ultrapassa 4 meses.

V.2.8. Opiniões dos usuários da mistura ternária

Desde a liberação do uso da mistura ternária em São Paulo, a CETESB vem levantando informações de usuários de carros a álcool, especialmente nos casos onde houve reclamação apontando a mistura como causa de problemas no motor.

Nestes casos, o veículo foi recolhido ao laboratório e realizado um "check-up" completo, incluindo medições com o veículo no estado em que se encontrava (quando possível) e após uma regulagem de acordo com as especificações do fabricante. Em todos os casos de reclamação, foram encontrados defeitos e problemas de manutenção sem qualquer relação com o uso de metanol sendo, geralmente, no sistema elétrico.

Mais recentemente, na campanha da melhoria da qualidade do ar - 1990, realizada pela CETESB, onde se verifica o índice de CO em marcha lenta de veículos do público em geral, trezentos usuários de veículos a álcool foram entrevistados, entre outros aspectos, sobre as decorrências do uso de metanol (Ref. 7).

A Tabela 8, resume os principais resultados, indicando que a mistura ternária não modificou o comportamento dos veículos. Pode-se, com isso, concluir pela inexistência de problemas significativos em campo, devendo-se ressaltar que as variações sentidas pela população estão mais ligadas ao estado do veículo e, principalmente, à subjetividade de cada entrevistado, tendo em vista as baixas porcentagens e a equivalência entre as colunas "Melhor" e "Pior".

TABELA 8 - OPINIÃO PÚBLICA SOBRE OS EFEITOS DA MISTURA 60E/33M/7G

	MELHOR	PIOR	NÃO MUDOU
Partida a frio	15	15	70
Partida a quente	10	5	85
Desempenho	23	17	60
Consumo	7	37	56
Problemas de manutenção	3	14	83

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

VI.1 - Poluentes Secundários

O uso da mistura 60E/33M/7G mantém a emissão de poluentes pelo escapamento em níveis muito próximos dos originais dos veículos a álcool e estes, por sua vez, situam-se de 25% (modelos 1990) a 50% (modelos antigos) abaixo dos níveis dos modelos correspondentes ou semelhantes a gasolina (Refs. 5 e 8).

No caso da emissão evaporativa, os veículos a gasolina fabricados até 1989, que constituem a maior parte da frota circulante, emitem muito mais do que qualquer dos veículos ensaiados com a mistura ternária. Face a estes e aos demais resultados, é absolutamente seguro admitir que, com a mistura 60E/33M/7G, a emissão total de poluentes da frota circulante de veículos será mantida nos mesmos níveis atuais e, por isso, não há nenhum motivo que justifique a expectativa de aumentos da formação de poluentes secundários na atmosfera, tais como peroxiacetilnitrato (PAN), ozona e nitrosaminas. Aliás, como a emissão de aldeído acético é reduzida em mais de 50%, pode-se esperar uma redução nos níveis de PAN.

Confirmando praticamente este raciocínio, o monitoramento atmosférico da CETESB não acusou, até o presente momento, nenhuma anormalidade nos níveis de ozona e formaldeído, assim como não foi possível detectar a presença de metanol (com sensibilidade para 0,36 ppm) no ar da cidade de São Paulo, no período de fevereiro a junho de 1990 (Ref. 9). Portanto, as pequenas variações de emissão provocadas pela utilização da mistura 60E/33M/7G realmente não trouxeram mudanças na atmosfera de São Paulo. Convém salientar que um dos pontos de monitoramento de metanol foi realizado em Cerqueira Cesar, que é a estação medidora mais influenciada pelo tráfego de veículos.

Complementarmente, se houvesse emissão significativa de metanol para a atmosfera em substituição à de hidrocarbonetos, a mudança do quadro da poluição ambiental provavelmente seria para melhor, pois o metanol apresenta reatividade fotoquímica bem mais baixa, mesmo quando comparada à do etanol.

Isto significa que o metanol produz menor quantidade de poluentes secundários na atmosfera (5 a 46% de oxidantes fotoquímicos a menos, segundo a Ref. 10), fato que o coloca entre os chamados "combustíveis limpos", objeto do mais recente "Clean Air Act" nos Estados Unidos.

Por esta razão, a legislação ambiental norte-americana fixou o limite máximo de emissão de composto orgânicos (hidrocarbonetos + metanol + aldeídos) para os veículos a metanol com o mesmo valor numérico do limite para HC dos veículos a gasolina, porém permitindo que as frações de metanol e aldeídos sejam calculadas sem o cômputo da massa do oxigênio incluído na molécula, o que equivale a considerar apenas a metade da massa de metanol realmente emitida, em razão das suas vantagens específicas sobre os hidrocarbonetos em geral.

VI.2. Cuidados com o manuseio e usos inadequados do metanol

Os usos indevidos do combustível, tais como a sua utilização para limpeza, manuseio desprotegido, derramamentos, sifonamentos por mangueira com a boca etc., oferecem riscos adicionais quando for utilizado o metanol, tendo-se em vista a sua própria toxicidade.

Neste sentido, a exigência ambiental cabível e mais objetiva é que um programa intensivo de conscientização pública seja previamente submetido e aprovado pelos órgãos ambientais e de saúde (Federais e do Estado) e implantado com pelo menos 15 dias de antecedência a cada período de uso emergencial do metanol em larga escala, abordando claramente todos os cuidados que devem ser tomados com o manuseio dos produtos combustíveis.

Adicionalmente, considerando-se que o álcool é tido pela população como um combustível inofensivo, é preciso rotulá-lo como um produto tóxico em todos os locais de distribuição e

acesso da população, como se faz obrigatoriamente com qualquer produto perigoso, inclusive aqueles cuja venda não é proibida como é o caso dos inseticidas, ácidos e muitos outros. Complementarmente, o grupo de risco mais sujeito a este tipo de emissão (a ser protegido) é dos frentistas e operadores de terminais, onde medidas específicas de proteção devem ser implantadas.

Além disso, deverão ser dadas aos pronto-socorros e hospitais, as indicações de tratamento específico para eventuais intoxicações por metanol, bem como orientação aos policiais e bombeiros que normalmente são mais expostos aos riscos acidentais, do que a população em geral.

Entretanto, considerando que os demais combustíveis também são tóxicos e seu manuseio igualmente inspira cuidados pelos mesmos motivos e, talvez, com maior intensidade, é recomendável a implantação de um programa com as seguintes exigências para todos os combustíveis:

- a) instalar imediatamente bicos de desligamento automático e afixar o símbolo de produto tóxico de, pelo menos, 20 cm de lado (caveira com a inscrição "veneno - usar somente como combustível") em todas as bombas de abastecimento de veículos. Instalar também, uma torneira de água corrente para lavar algum derramamento ou contaminação pessoal;
- b) afixar o símbolo de produto tóxico de tamanho adequado e de acordo com a legislação vigente, em todos os dispositivos de abastecimento de caminhões-tanque e reservatórios de capacidade superior a 1000 litros e definir, no prazo de seis meses, no máximo, um programa para a instalação de sistemas de recirculação de vapores, nos dispositivos mencionados;
- c) manter um programa de revisão das medidas de segurança a serem exigidas (ou suprimidas, quando desnecessárias ou contraproducentes), de modo a melhorar as condições de trabalho e de exposição aos combustíveis em geral.

Cabe salientar que a exigência de luvas grossas impermeáveis dificulta as demais atividades do frentista, que as utiliza somente no momento do abastecimento com a mistura ternária. Esta prática pode promover a contaminação interna da luva com gasolina, o que produz efeitos cutâneos piores do que o manuseio direto dos sistemas de abastecimento.

É importante frisar, também, que o metanol é utilizado há mais de 30 anos em aeronaves comerciais e não foram registradas doenças ocupacionais devidas a este produto entre os trabalhadores envolvidos no seu manuseio diário, apesar dos procedimentos e cuidados recomendados neste caso serem os mesmos dos demais combustíveis.

Finalmente, é recomendável ressaltar à população em geral que a mistura 60E/33M/7G deve ser utilizada somente como combustível em motores e veículos a álcool, sendo vedado qualquer outro tipo de utilização.

VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A falta de mais de 1 bilhão de litros de etanol (anidro e hidratado) em 1990 foi um fato decorrente da falta de uma política adequada de preços e de compromissos formais e contratuais que garantissem a sua produção ao país, ao contrário de assegurarem apenas aos produtores que suas quotas seriam consumidas, se tivessem sido produzidas.

Diante desta emergência, a única solução efetiva, dentre as propostas pelo extinto Ministério das Minas e Energia para evitar o racionamento de combustíveis, foi a adição de metanol ao AEHC, visto que as demais trazem sérios inconvenientes operacionais e ambientais, além de estarem longe de serem suficientes para a superação da crise de abastecimento de álcool.

Embora a CETESB tenha sido cautelosa ao recomendar uma série de cuidados e levantar vários pontos a serem investigados, quando propôs o uso temporário das misturas 60E/33M/7G e 80E/20M em seus dois relatórios anteriores, a continuação de suas investigações conforme discutidas no presente trabalho e, também, a experiência adquirida através do uso da mistura ternária em larga escala no Estado de São Paulo vieram responder e elucidar as suspeitas levantadas, confirmando umas e descartando outras. Em alguns casos, o equacionamento dos problemas envolvidos alterou as recomendações iniciais, podendo-se concluir definitivamente o seguinte:

- a) é viável a utilização de metanol em substituição a parte do etanol hidratado utilizado como combustível automotivo, sem agravar a situação ambiental. A opção mais adequada para a solução da crise de abastecimento é a mistura 60E/33M/7G (60% de etanol hidratado + 33% de metanol + 7% de gasolina), a qual pode ser utilizada nos veículos a álcool brasileiros, sem a necessidade de qualquer regulamentação ou modificação especial para o seu uso, constituindo-se numa estratégia emergencial para estabilizar excedentes ou quebras de produção. Esta recomendação é válida e comprovada para veículos equipados com carburador, sem catalisador no cano de escapamento e sem absorvedor de emissão evaporativa à base de carvão ativo ("canister"), sendo necessária nova comprovação quando os veículos brasileiros tiverem tais equipamentos (a partir de meados de 1991);
- b) a contaminação de AEHC com a mistura 60E/33M/7G e vice-versa não produz qualquer efeito negativo no funcionamento do veículo ou nas suas emissões. Entretanto, para assegurar o

correto funcionamento do veículo, a mistura ternária combustível deverá conter obrigatoriamente metanol e gasolina, na proporção mais próxima possível de 33 partes de metanol para 7 partes de gasolina. As tolerâncias admissíveis na formulação devem obedecer aos limites determinados experimentalmente e recomendados no Capítulo V.2.4, tal como ilustrado na Figura 4 (área interna ao polígono "ABGOD"). Em caso da preparação da mistura em campo ser realizada em duas etapas, utilizar a formulação 95% (2/3E + 1/3M) + 5%G, obtida conforme a sequência abaixo:

1ª mistura = (66 a 68)% E + (34 a 32)% M

2ª mistura = (94 a 95)% (1ª mistura) + (6 a 5)% G

- c) considerando que a mistura ternária aumenta a emissão evaporativa de combustível e pode facilitar a partida a frio do veículo, é recomendável que esta estratégia seja aplicada preferencialmente nos meses de inverno;
- d) a mistura binária 80E/20M, não é recomendável por necessitar de desnaturante e não trazer nenhum benefício ambiental em relação à mistura ternária. Além disso, sua utilização propicia apenas a metade da economia de etanol, conseguida em igual período com a mistura ternária;
- e) a adição de metanol à gasolina mostrou-se problemática e sem potencial significativo para a economia de álcool;
- f) a poluição ambiental devida ao uso da mistura 60E/33M/7G é equivalente à devida ao uso de etanol hidratado, inferior e menos nociva que a provocada pela gasolina, o que preserva os ganhos já conquistados pelo PROCONVE e PROÁLCOOL, na melhoria da qualidade do ar. Tratando-se, porém, de uma experiência inédita, é necessário ainda realizar estudos para avaliar melhor as suas consequências a longo prazo;
- g) as concentrações de metanol no ar atmosférico, tanto nos postos de abastecimento (Ref. 11) quanto nas ruas, não ultrapassam 10% dos limites máximos admissíveis, ou seja, são inferiores à décima parte do padrão ocupacional e do limite proposto como padrão de qualidade ambiental, respectivamente;
- h) os riscos ocupacionais de exposição ao metanol são evitáveis através da observância de regras e procedimentos simples, não sendo mais sérios que os decorrentes do manuseio de gasolina;
- i) os procedimentos de segurança e os equipamentos de proteção individual deverão ser reavaliados e sua aplicação deve ser estendida a todos os combustíveis;

- j) considerando o alto grau de equivalência e intercambiabilidade do AEHC e da mistura 60E/33M/7G, a estratégia de sua utilização poderá ser regionalizada ou não. Se esta mistura for utilizada em todo o país, haverá uma economia de 4 bilhões de litros de etanol por ano, extremamente superior a qualquer outra estratégia, especialmente as que se apoiam na economia de álcool anidro.

Complementarmente, diante da grande economia de etanol propiciada pela mistura ternária e da reversibilidade de seu uso, bem como da experiência que esta solução emergencial trouxe ao país, é imprescindível seguir as seguintes recomendações adicionais:

- a) retornar obrigatória e definitivamente à distribuição de gasolina com 22% de etanol anidro, tão logo quanto possível em todo o país e, imediatamente, nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Porto Alegre. Esta medida deve estar em consonância com a recomendação final do Grupo de Trabalho criado pela Portaria 021/89 do CNP, para a elaboração da especificação da gasolina sem chumbo, que deveria ter sido aprovada para vigorar a partir de 01/jan/90, conforme compromisso formal da PETROBRÁS e do extinto CNP com o IBAMA;
- b) impedir a conversão de motores a álcool para o uso de gasolina e vice-versa;
- c) previamente e durante a implantação do uso de metanol, realizar campanha de conscientização pública pelo rádio, televisão, jornais e nos próprios postos de distribuição de combustíveis, enfatizando os seguintes aspectos:
- 1) perigos no manuseio, no contato com a pele, na ingestão e inalação de vapores dos combustíveis: afixar símbolo de produto tóxico de 20 cm de altura no mínimo (caveira) e advertência sobre o uso exclusivo para veículos em todas as bombas de abastecimento de álcool, gasolina e óleo diesel;
 - 2) uso e manutenção dos veículos: perigo da inalação direta dos gases de escapamento de qualquer tipo de veículo e, especialmente, uma advertência quanto aos riscos impostos pelo funcionamento do motor com o afogador acionado no interior de garagens, devidos à emissão de monóxido de carbono;
 - 3) providenciar informações e treinamento detalhado aos postos de saúde, pronto-socorros, hospitais etc., sobre o tratamento de intoxicação por metanol, AEHC, gasolina e óleo diesel.

As versões finais dos textos e programas a serem divulgados deverão ser submetidos e aprovados previamente pelos órgãos ambientais e de saúde, Federais e do Estado;

- d) exigir a instalação de dispositivos de desligamento automático em todas as bombas de abastecimento de álcool, gasolina e óleo diesel;
- e) manter fiscalização do cumprimento das recomendações e medidas de segurança cabíveis para o manuseio dos combustíveis em geral.

Finalmente, a CETESB como responsável operacionalmente pelo desenvolvimento e implantação do PROCONVE a nível nacional, recomenda que o presente trabalho e, especialmente, seu roteiro de análise, sejam adotados como modelo básico para o levantamento de subsídios para as análises de impacto ambiental (EIA e RIMA) relativas a qualquer modificação ou formulação nova de combustível. Dessa maneira, assegura-se a continuidade do PROCONVE, que é um programa de médio prazo, cuja implantação terá sua última etapa em 1997 e já se desenvolve há quatro anos. Além disso, este Programa já conta com algumas centenas de milhões de dólares investidos pela indústria e vem produzindo importantes resultados na redução das emissões de poluentes atmosféricos.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRANCO, G.M.; SZWARC, A. A poluição do ar por veículos a álcool: Visão atualizada. CETESB, São Paulo. In: Seminário sobre efeitos de aldeídos atmosféricos na saúde e no meio ambiente, abr.1989.
2. SALDIVA, P.H.N.; MOREIRA, J.R.; SZWARC, A. Estudo de impacto no meio ambiente - O uso do metanol como combustível. São Paulo, jan. 1990.
3. LINKE, R.R.A.; BRANCO, G.M.; CONTI, E.W. Considerações sobre a medição da emissão evaporativa em veículos a álcool. In: V SIMEA, São Paulo, set.89.
4. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 4. 15 de junho de 1989. D.O.U. Executivo 25.08.89, pág. 147/3.
5. BRANCO, G.M.; FARAH, E.L., SZWARC, A.; PERENSIN, M. A evolução das emissões veiculares com a implantação do PROCONVE. AEA, São Paulo, nov.88.
6. CETESB, São Paulo. Análise da composição de gasolinas. Relatório interno de ensaios. 1990.
7. ----- . Dados da pesquisa de opinião pública sobre o uso do metanol. Relatório não concluído. jun/jul. 1990.

8. ----- Fatores de emissão dos veículos brasileiros homologados em 1990. Informações não confidenciais extraídas dos processos internos da CETESB.
9. ----- - NPQA. Medições de álcoois na atmosfera de São Paulo. Relatório Preliminar. 1990.
10. U.S.E.P.A. Summary and Analysis of Comments on the Notice of Proposed Rulemaking for Emission Standards and Test Procedures for Methanol - Fueled Vehicles and Engines. Jan. 1989.
11. TOXICON ASSESSORIA TOXICOLÓGICA S/C LTDA. Relatório dos resultados do monitoramento ambiental de metanol em postos de abastecimento. abr.1990.
12. S.A.E. Automotive Handbook - Bosch. 2nd Edition, 1986.
13. BROMBERG, C. O metanol como combustível - II. AEA Informa. Vol.5. nº 2, mar. 1990.
14. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 18/86. (PROCONVE) 17 de junho de 1986. D.O.Executivo 1986.
15. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 3. 15 de junho de 1989. D.O.U. Executivo 25.03.89, pág.147/3.

Ensaio realizado e compilado sob a coordenação do químico Ederson Wolff Conti e do engenheiro Wanderley Costa.

Relatório elaborado pelos engenheiros

Gabriel Murgel Branco
Elcio Luiz Farah
Alfred Szwarc
Wanderley Costa



Eng. Gabriel Murgel Branco
Divisão de Coordenação do Programa
de Controle de Veículos

A N E X O S

ANEXO I - EMISSÕES CONTÍNUAS DO VEÍCULO A ALCOOL (PARATI 1.6/83)

CONSUMET	CNS	CO (l)	MET.	US-74 (g/km)							US-75 (g/km)							
				CO	CO2	HC	NOx	Ald.	Met.	Eta.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	Ald.	Met.	Eta.
ETANOL HIDRAT.	120	1.5	8.55		148.14	1.21	1.39	0.252						173.01	1.59	1.37	0.094	
	133	1.7	9.17	6.72	149.65	1.34	1.42	0.277						154.07	1.64	1.36	0.086	
	150	1.7	9.14	7.78	153.85	1.57	1.56			1.194	8.73	8.49	157.32	1.97	1.29			1.416
	172	1.5	9.23	7.24	153.27	1.31	1.54			0.901	8.65	9.50	158.08	1.94	1.30			1.247
	276	1.7	9.58	8.05	150.27	1.12	1.56											
MEDIA		1.6	9.03	7.47	155.04	1.27	1.41	0.250		1.048	8.63	9.32	161.12	1.78	1.33	0.090		1.382
D. PADRAO:		0.1	0.31	0.59	7.55	0.10	0.23	0.203		0.207	0.12	0.57	8.24	0.20	0.04	0.005		0.049
70% MET 30% GAS	203	1.3	8.38	21.13	154.12	1.66	1.35	0.203			8.12	22.92	139.79	1.67	1.11	0.041		
	205	1.8	8.35	23.97	145.30	1.70	1.25	0.253			8.84	26.79	149.30	1.78	1.11	0.037		
	237	1.7	8.19	21.71	153.80	1.49	1.49		0.899		7.89	22.34	143.93	1.54	1.12		1.014	
	260	2.2	8.27	21.50	139.23	1.48	1.12		0.894		7.79	23.25	144.73	1.59	1.10		0.915	
	280	2.2	8.27	21.50	139.23	1.48	1.12				7.94	24.07	144.44	1.65	1.13	0.039	0.965	
MEDIA		1.9	8.21	22.10	139.29	1.59	1.09	0.236	0.296		7.94	24.07	144.44	1.65	1.13	0.039	0.965	
D. PADRAO:		0.2	4.18	1.27	4.45	0.11	0.23	0.203	0.204		0.15	1.52	3.90	0.11	0.23	0.003	0.069	
70% ETA 30% MET	210	0.8	8.65	5.23	153.37	0.93	1.45	0.254			8.06	7.55	159.18	1.39	1.36	0.076		
	215	0.7	8.13	5.16	160.12	0.99	1.47	0.277			7.71	7.72	164.39	1.46	1.34	0.091		
	221	1.0	8.55	4.66	152.69	0.94	1.53	0.203			8.15	6.79	159.50	1.29	1.43			
	224	0.7	8.79	4.53	156.63	0.96	1.74	0.260	n.d.	1.589	8.24	6.47	162.71	1.47	1.64		n.d.	1.685
	224	0.7	8.79	4.53	156.63	0.96	1.74	0.260			8.24	6.47	162.71	1.47	1.64			
MEDIA		0.8	8.63	4.85	155.71	0.97	1.55	0.233			8.07	7.14	161.19	1.41	1.44	0.084		
D. PADRAO:		0.1	0.15	0.30	3.40	0.02	0.13	0.239			0.14	0.53	2.82	0.08	0.14	0.011		
60% ETA 30% MET 10% GAS	232	1.3	8.77	7.57	153.67	1.12	1.57				8.30	9.77	155.52	1.48	1.55			
	233	0.6	9.13	7.15	151.97	1.04	1.57											
	233	0.6	9.13	7.15	151.97	1.04	1.57											
	233	0.6	9.13	7.15	151.97	1.04	1.57											
	233	0.6	9.13	7.15	151.97	1.04	1.57											
MEDIA		1.3	8.55	7.35	151.32	1.09	1.57											
D. PADRAO:		0.7	0.18	0.21	0.65	0.04	0.20											
80% ETA 20% MET	248	1.3	8.55	5.66	149.04	1.07	1.64	0.268			8.49	8.02	156.89	1.36	1.49	0.083		
	247	1.7	9.13	6.52	151.55	1.04	1.54											
	247	1.7	9.13	6.52	151.55	1.04	1.54											
	247	1.7	9.13	6.52	151.55	1.04	1.54											
	247	1.7	9.13	6.52	151.55	1.04	1.54											
MEDIA		1.5	9.04	6.24	150.70	1.06	1.57											
D. PADRAO:		0.3	0.27	0.20	0.66	0.01	0.05											
60% ETA 30% MET 5% GAS	253	1.2	8.37	0.12	151.45	1.62	1.61				8.45	9.60	160.04	1.30	1.58			
	258	1.6	9.12	7.45	152.76	0.97	1.42											
	265	1.2	8.65	6.91	152.31	1.01	1.65				8.18	8.73	155.92	1.29	1.61			
	266	1.2	9.00	7.15	151.21	1.01	1.45											
	268	1.1	8.74	6.76	152.45	1.03	1.72				8.25	9.15	158.15	1.32	1.66			
	269	1.1	9.07	6.24	155.57	0.93	1.68				8.15	10.18	156.39	1.43	1.66			
	274	1.0	8.57	6.13	151.20	1.10	1.71											
	274	1.0	8.57	6.13	151.20	1.10	1.71											
	274	1.0	8.57	6.13	151.20	1.10	1.71											
	274	1.0	8.57	6.13	151.20	1.10	1.71											
MEDIA		1.2	8.95	7.30	152.87	1.02	1.61				8.26	9.42	157.62	1.34	1.63			
D. PADRAO:		0.2	0.27	0.71	1.62	0.04	0.12				0.13	0.62	1.63	0.07	0.04			
90% (25/1H) 5% GAS	275	1.4	8.82	7.47	151.58	1.14	1.70											
	276	0.3	9.37	7.27	153.95	1.03	1.67				8.38	9.26	159.34	1.31	1.59			
	277	1.2	9.03	6.96	152.63	1.02	1.66											
	280	1.0	8.64	7.54	155.61	1.06	1.61				8.12	10.01	161.55	1.46	1.56			
	281	1.2	8.94	7.10	156.43	1.03	1.62											
	284	0.3	8.73	7.35	147.17	1.03	1.53				8.30	10.05	155.26	1.41	1.51			
	284	0.3	8.73	7.35	147.17	1.03	1.53											
MEDIA		1.1	8.84	7.36	152.74	1.05	1.63				8.27	9.77	158.72	1.39	1.55			
D. PADRAO:		0.2	0.16	0.32	3.33	0.04	0.06				0.14	0.45	3.19	0.08	0.04			
97% (25/1H) 3% GAS	298	1.1	8.68	6.34	166.43	1.07	2.19											

n.d. = Não Detectado

PARATI 1.6'88)

FASE 1 (g/ha)													FASE 2 (g/ha)													FASE 3 (g/ha)																					
CONTE			HA			CO ₂			HC			NO _x			Met.			Elas.			AUT.			CONTE			HA			CO ₂			HC			NO _x			Met.			Elas.			AUT.		
100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000									
177.44	159.23	167.26	165.19	152.41	167.31	171.46	172.29	171.73	169.08	173.12	171.73	175.61	172.29	171.73	169.08	173.12	171.73	175.61	172.29	171.73	169.08	173.12	171.73	175.61	172.29	171.73	169.08	173.12	171.73	175.61	172.29	171.73	169.08	173.12	171.73	175.61	172.29	171.73									
2.91	2.73	4.14	4.33	1.18	3.52	0.91	2.07	2.33	2.59	3.37	3.43	0.91	2.09	3.25	3.37	3.43	0.91	2.09	3.25	3.37	3.43	0.91	2.09	3.25	3.37	3.43	0.91	2.09	3.25	3.37	3.43	0.91	2.09	3.25	3.37	3.43											
1.60	1.51	1.93	1.37	1.14	1.45	0.61	1.78	1.67	1.38	1.57	1.59	0.61	1.78	1.67	1.38	1.57	1.59	0.61	1.78	1.67	1.38	1.57	1.59	0.61	1.78	1.67	1.38	1.57	1.59	0.61	1.78	1.67	1.38	1.57	1.59	0.61	1.78										
0.123	0.160				0.115		0.164	0.440				0.164		0.133			0.164		0.133				0.164		0.133																						
0.81	0.81	2.259	2.582	0.81	2.308	0.172						0.307		0.130			0.307		0.130				0.307		0.130																						
1.66	1.37	1.542	1.079		1.542							1.542		0.133			1.542		0.133				1.542		0.133																						
1.079					1.079							1.079		1.57			1.079		1.57				1.079		1.57																						

n.d. = Nao Detectado

ANEXO 3 - EMISSÕES PONDERADAS DO VEÍCULO A GASOLINA (GOL 1.6/89)

ANEXO 3 - EMISSÃO Ponderada DO VEÍCULO A GASOLINA (RÔL 1.6/89)										AUT.									
US-74 (g/km)										US-75 (g/km)									
CONDIÇÃO	ENS	CO el	AUT.	CO	CO2	HC	NOx	Ald.	Met	Eta.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	Ald.	Met	Eta.	
	No.	(%)	(km/l)																
70% GAS	179	2.3	11.14	15.57	170.35	2.87	1.72	0.030			10.44	16.30	176.60	2.23	1.62	0.031			
80% GAS	181	2.2	10.87	15.62	169.42	2.72	1.62	0.028			9.92	16.53	174.23	2.47	1.57	0.030			
90% GAS	195	1.9	11.01		170.03	2.11	1.45				10.37		177.51	2.22	1.53				
100% GAS	200	1.5	11.76	15.68	170.15	1.97	1.57				10.34	17.54	176.62	2.34	1.97				
100% ETA	203	1.7	11.73	15.37	171.05	2.89	1.97												
MEDIA		1.9	11.39	15.76	171.22	2.11	1.63	0.029			10.27	16.79	176.26	2.31	1.75	0.031			
D. PADRAO		0.3	0.42	0.17	2.84	0.13	0.70	0.001			0.23	0.66	1.41	0.12	0.19	0.001			
85% GAS	200	1.7	11.69	14.43	160.54	2.05	1.76	0.023			10.54	15.62	174.70	2.23	1.64	0.026			
10% MET	202	1.8	11.57	15.24	159.02	2.10	1.71	0.023			10.48	16.51	155.38	2.17	1.73	0.024			
10% ETA	204	2.0	11.37	15.22	167.26	2.22	1.69			n.d.	10.23	16.46	176.72	2.16	1.72		n.d.		
	206	2.2	11.53	16.25	155.43	2.37	1.84	0.025			10.62	17.20	173.99	2.53	1.84	0.027			
MEDIA		1.9	11.54	15.27	155.93	2.19	1.75	0.024			10.47	16.47	171.97	2.35	1.73	0.025			
D. PADRAO		0.2	0.12	0.69	4.57	0.15	0.07	0.001			0.17	0.68	5.92	0.17	0.09	0.002			
80% GAS	207	2.8	11.56	14.72	165.00	2.34	1.76			n.d.	10.69	17.97	172.65	2.51	1.78		n.d.	0.039	
80% MET	208	2.8	11.57	16.91	166.14	2.16	1.72			n.d.	10.63	13.55	179.37	2.33	1.72		n.d.	0.035	
10% ETA	212	3.0	11.59	17.05	171.59	2.14	1.71	0.022			10.45	13.99	175.49	2.50	1.72	0.024			
	220	2.0	11.59	15.73	174.19	2.05	1.55				10.45	18.07	178.43	2.16	1.61				
MEDIA		2.7	11.58	17.02	172.55	2.17	1.68			0.033	10.56	18.37	176.54	2.32	1.71			0.037	
D. PADRAO		0.4	0.02	0.43	3.07	0.12	0.10			0.004	0.12	0.50	2.96	0.14	0.07			0.003	
80% GAS	207		10.87		176.33	1.76	1.73				10.25		193.27	1.96	1.74				
10% MET	208		11.23		173.52	1.22	1.78				10.60	17.22	179.31	2.37	1.67	0.020			
80% ETA	209	1.9	11.63	15.27	176.22	2.20	1.70	0.026											
	251	2.2	11.63	15.35	173.22	2.26	1.83				10.26	17.89	177.79	2.23	1.87				
	256	1.7	11.47	16.21	173.13	1.76	1.87												
	257	1.4	11.59	14.48	167.79	2.21	1.79				10.22	16.90	175.48	2.47	1.85				
	263	1.4	11.76	14.73	170.76	2.29	1.84												
	264	2.9	11.39	15.39	168.53	2.36	1.66				10.16	17.96	176.90	2.63	1.69				
	267	1.0	11.46	16.05	170.52	2.43	1.55												
MEDIA		1.0	11.38	15.39	173.11	2.14	1.77				13.30	17.49	178.55	2.33	1.80				
D. PADRAO		0.3	0.40	4.69	3.47	0.23	0.11				0.17	0.52	2.90	0.25	0.08				
80% GAS	272	2.1	11.36	17.28	162.84	2.45	1.83				10.35	19.79	173.99	2.69	1.83				
80% MET	273	2.4	11.97	16.07	165.35	2.45	1.75				10.03	20.31	176.17	2.62	1.89				
10% ETA	278	2.2	11.14	16.26	167.35	2.47	1.90				10.18	18.55	175.44	2.53	1.85				
	279	2.2	11.70	16.37	169.03	2.27	1.88												
	286	1.7	11.47	16.56	174.57	2.34	1.86				10.19	19.55	175.20	2.61	1.86				
MEDIA		2.1	11.32	17.59	167.77	2.42	1.86				0.16	0.90	1.11	0.08	0.03				
D. PADRAO		0.3	0.31	8.73	2.23	0.08	0.06												
70% GAS	287	1.7	11.41	15.24	171.80	2.27	1.60				10.53	15.98	176.29	2.50	1.77				
10% MET	289	1.3	11.65	14.30	172.70	2.31	1.67												
10% ETA		1.5	11.53	14.77	172.36	2.30	1.63												
MEDIA		0.3	0.17	0.66	0.75	0.01	0.05												
D. PADRAO																			

n.d. = Não Detectado

obs.: A gasolina utilizada nestes ensaios é composta de 90% de nafta craqueada e 10% de nafta petroquímica (destilação direta)

ARTIGO 4 - - CRÉDITOS POR FASE DO VEÍCULO A GASOLINA (COL 1.6/89)

CRACK	FAS	FACE 1 (g/ha)					FACE 2 (g/ha)					FACE 3 (g/ha)											
		No.	Size (μ)	CO	CO2	HC	Ald.	Met	Eta.	Aut.	CO	CO2	HC	Ald.	Met	Eta.	Aut.	CO	CO2	HC	Ald.	Met	Eta.
202 E1A	169	0.75	15.31	150.79	2.47	2.95	0.032			10.63	18.61	102.10	2.52	1.42	0.034		11.75	12.39	157.64	1.59	2.39	0.025	
	202 E1A	170	7.73	15.76	151.50	2.44	2.91	0.038		10.34	18.68	179.31	2.85	1.30	0.069		11.50	15.96	154.92	1.76	1.97	0.026	
	202 E1A	181	6.25	15.55	173.32	2.76	1.94			10.74	18.74	148.55	2.44	1.38			11.50	15.96	154.92	1.76	1.97	0.026	
	202 E1A	200	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06		
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
202 E1A	203	7.25	17.82	163.52	3.67	2.43			11.41	18.01	174.81	2.21	1.33			12.39	13.16	165.10	1.71	2.06			
	203	7.25	17.82																				

u. v. e. N.º Declarado

ODER: A gasolina utilizada nos estudos é composta de 90% de nafta crua e 10% de nafta petrolínea (destilado leve).

ANEXO 5 - EMISSÕES PONDERADAS DO VEÍCULO A ALCOOL (GOL 1.6/88)

CONSUMO	ENS	CO ml	AUT.	US-74 (g/km)					US-75 (g/km)								
				(Z)	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	FOR.	ACE.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	FOR.
ETANOL PURÍFICADO	3	2.0	7.81	18.19	137.96	1.90		0.005	0.036		7.49	18.61	144.55	2.13		0.006	0.036
	8	1.2	7.00	17.77	141.09	2.02		0.005	0.033		7.26	18.02	147.07	2.19		0.005	0.033
MÉDIA D. PADRÃO		1.6	7.64	17.98	139.53	2.00		0.005	0.034		7.37	18.32	145.81	2.16		0.005	0.037
		0.6	0.05	0.30	2.22	0.02		0.000	0.002		0.16	0.42	1.78	0.04		0.000	0.002
60% ETANOL 30% METANOL 10% PETRÓLEO	12	4.0	7.90	20.23	145.56	2.13		0.009	0.013		7.26	20.52	150.55	2.06		0.009	0.015
	15	2.8	7.66	19.28	146.46	2.12		0.004	0.011		7.04	20.01	151.04	2.12		0.004	0.012
MÉDIA D. PADRÃO		3.4	7.53	19.75	146.01	2.12		0.006	0.012		7.15	20.26	150.79	2.09		0.006	0.011
		0.8	0.19	0.67	0.64	0.00		0.003	0.001		0.15	0.36	0.35	0.04		0.004	0.002
60% ETANOL 30% METANOL 10% PETRÓLEO CRACQUEADA	10	3.0	7.76	18.66	147.15	1.05		0.003	0.019		7.07	19.17	150.12	1.95		0.003	0.019
	20	1.3	7.62	18.57	148.76	1.81		0.003	0.019		7.38	19.29	151.99	1.91		0.004	0.021
MÉDIA D. PADRÃO		2.6	7.69	18.62	147.96	1.03		0.003	0.019		7.23	19.23	151.05	1.93		0.003	0.020
		1.6	0.10	0.06	1.13	0.03		0.000	0.000		0.22	0.03	1.32	0.03		0.000	0.002
60% ETANOL 30% METANOL 10% PETRÓLEO PETRÓLEO	22	4.2	7.75	18.76	148.79	1.09		0.007	0.018		7.09	19.48	152.68	1.99		0.008	0.019
	24	2.8	7.69	19.17	147.12	1.79		0.004	0.018		7.07	19.90	151.32	1.86		0.004	0.020
MÉDIA D. PADRÃO		3.4	7.72	18.97	147.96	1.84		0.005	0.018		7.08	19.69	152.00	1.93		0.006	0.020
		1.1	0.04	0.29	1.10	0.07		0.003	0.000		0.02	0.29	0.96	0.09		0.003	0.003

(*) GASOLINA: 90% NAFTA CRACKEADA
10% NAFTA PETROQUÍMICA

ANEXO 6 - EMISSÕES POR FASE DO VEÍCULO A ALCOOL (GOL 1.6/88)

ANEXO 6 - EMISSÕES POR FASE DO VEÍCULO A ALCOOL (COL 1.6/88)																					
CONSUMO		FASE 1 (g/km)						FASE 2 (g/km)						FASE 3 (g/km)							
ENS. AUT.		AUT.		AUT.		AUT.		AUT.		AUT.		AUT.		AUT.		AUT.		AUT.			
No.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	FOR.	ACE.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	FOR.	ACE.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	FOR.	ACE.
ETANOL HIDRAT.	3	6.92	14.06	162.48	2.42	0.037	0.047	7.29	23.16	144.83	2.23	0.036	0.044	8.45	12.83	130.54	1.72	0.004	0.071	0.004	0.071
	8	5.87	14.21	161.40	2.54	0.037	0.044	7.37	22.18	149.07	2.29	0.035	0.040	8.52	13.03	132.51	1.73	0.004	0.028	0.004	0.028
METANOL	6.40	14.53	161.94	2.40	0.037	0.046	7.33	22.67	146.95	2.26	0.035	0.042	8.49	12.93	131.53	1.73	0.004	0.070	0.004	0.070	
	0.74	0.46	0.76	0.08	0.030	0.032	0.06	0.69	3.00	0.04	0.031	0.033	0.05	0.14	1.39	0.01	0.030	0.032	0.030	0.032	
100% ETANOL	12	6.96	15.72	162.73	2.01	0.011	0.018	7.19	25.71	152.00	1.94	0.011	0.017	7.64	14.33	138.62	2.32	0.004	0.010	0.004	0.010
	15	5.63	16.99	163.36	2.29	0.036	0.016	7.22	24.64	151.34	1.94	0.034	0.014	8.21	13.44	141.14	2.32	0.004	0.010	0.004	0.010
MÉDIA D. PADRÃO	6.20	16.35	163.05	2.15	0.030	0.017	7.21	25.10	151.67	1.94	0.027	0.015	7.93	13.08	139.08	2.32	0.003	0.010	0.003	0.010	
	0.94	0.90	0.45	0.20	0.003	0.002	0.02	0.76	0.47	0.00	0.005	0.003	0.40	0.63	1.79	0.00	0.002	0.009	0.002	0.009	
100% METANOL	18	5.49	16.21	159.00	2.37	0.005	0.019	7.35	23.17	149.56	1.81	0.003	0.020	8.27	13.71	144.52	1.89	0.003	0.017	0.003	0.017
	20	6.96	16.51	160.53	2.33	0.005	0.029	7.22	23.68	152.33	1.77	0.003	0.021	8.11	13.04	144.89	1.86	0.003	0.016	0.003	0.016
MÉDIA D. PADRÃO	6.23	16.36	159.76	2.35	0.005	0.024	7.29	23.43	150.94	1.79	0.003	0.021	8.19	13.37	144.71	1.87	0.003	0.017	0.003	0.017	
	1.04	0.21	1.08	0.03	0.001	0.007	0.09	0.36	1.96	0.03	0.001	0.001	0.11	0.48	0.26	0.03	0.003	0.021	0.003	0.021	
100% ETANOL	22	5.63	16.41	164.52	2.38	0.010	0.024	7.26	24.15	151.67	1.90	0.007	0.018	8.35	12.94	145.69	1.89	0.008	0.018	0.008	0.018
	24	5.70	16.62	163.34	2.24	0.006	0.024	7.18	23.79	150.91	1.68	0.004	0.020	8.32	13.09	143.03	1.90	0.004	0.015	0.004	0.015
MÉDIA D. PADRÃO	5.67	16.51	163.93	2.31	0.008	0.024	7.22	24.47	151.29	1.79	0.005	0.019	8.34	13.02	144.36	1.89	0.005	0.016	0.005	0.016	
	0.85	0.15	0.84	0.09	0.003	0.003	0.06	0.45	0.54	0.15	0.002	0.001	0.02	0.11	1.88	0.01	0.003	0.002	0.003	0.002	

(*) GASOLINA: 90% NAFTA CRAQUEADA
10% NAFTA PETROQUÍMICA

ANEXO 7 - EMISSÕES PONDERADAS DO VEÍCULO A ALCOOL (CARAVAN 4.1/85)

COMBUST.	ENS.	No.	AUT.			US-74 (g/km)				US-75 (g/km)			
			(%)	(km/l)	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	For.	Acc.	HC	NOx
ETANOL HIDRAT.	4	7	2.0	5.30	51.12	185.24	3.31	3.97	0.010	0.046	0.057	3.97	0.010
			2.2	5.36	50.80	181.94	3.24	3.74	0.007	0.052	0.059	3.74	0.008
MÉDIA D. PADRÃO	2.1		0.1	5.33	51.00	183.59	3.27	3.86	0.008	0.049	0.058	3.86	0.009
				0.05	0.17	2.34	0.04	0.17	0.002	0.004	0.001	0.17	0.001
60% ETANOL 30% METANOL 0% NAFT.	13	16	1.7	5.30	43.76	185.79	3.07	3.50	0.013	0.018	0.019	3.50	0.013
			1.4	5.30	42.06	183.93	2.63	2.98	0.009	0.017	0.017	2.98	0.009
MÉDIA D. PADRÃO	1.6		0.2	5.34	43.31	186.30	2.05	3.24	0.011	0.017	0.018	3.24	0.011
				0.06	0.63	0.04	0.01	0.37	0.003	0.001	0.001	0.37	0.003
60% ETANOL 30% METANOL 0% NAFT.	19	21	1.9	5.34	44.23	187.55	2.60	3.48	0.011	0.030	0.034	3.48	0.013
			2.0	5.29	44.81	185.69	2.97	3.29				3.29	
MÉDIA D. PADRÃO	2.0		0.1	5.31	44.52	186.62	2.09	3.39				3.39	
				0.04	0.41	1.32	0.11	0.13				0.13	
60% ETANOL 30% METANOL 0% NAFT.	23	25	1.9	5.37	45.25	203.36	4.53	4.53	0.010	0.020	0.023	4.53	0.011
			2.2	5.34	43.37	187.50	2.81	3.22				3.22	
MÉDIA D. PADRÃO	2.1		0.2	5.36	44.31	195.43	3.67	3.87				3.87	
				0.02	1.33	11.21	1.22	0.93				0.93	

(*) GASOLINA: 70% NAFT. CRUADEADA
10% NAFT. PETROQUÍMICA

ANEXO 7 - EMISSÕES PONDERADAS DO VEÍCULO A ALCOOL (CARAVAN 4.1/85)

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ANEXO B - EMISSÕES POR FASE DO VEÍCULO A ALCOOL (CARAVAN 4.1/95)

CONSUMO	ENG. AUT.	FASE 1 (g/km)					FASE 2 (g/km)					FASE 3 (g/km)				
		No.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	For.	Acc.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	For.	Acc.
ETANOL	4	4.34	47.47	227.35	5.47			0.006	0.003	5.04	56.60	187.78	4.29		0.013	0.061
URBANO	7	4.45	44.56	219.54	4.68			0.011	0.074	5.08	56.97	183.98	4.12		0.009	0.062
MEDIA		4.40	46.02	223.45	5.07			0.008	0.070	5.06	56.79	185.80	4.21		0.011	0.061
D. PADRAO		6.88	2.06	5.52	0.55			0.033	0.006	0.93	0.26	2.68	0.12		0.003	0.001
60% ETANOL	13	4.29	30.22	219.33	5.01			0.013	0.021	5.13	58.76	191.73	3.20		0.015	0.019
33% ETANOL	16	4.51	37.22	218.23	3.03			0.009	0.018	5.12	49.24	188.92	3.05		0.009	0.018
0% ETANOL																
MEDIA		4.43	30.07	218.78	4.43			0.011	0.019	5.13	50.03	193.33	3.13		0.012	0.019
D. PADRAO		0.16	1.28	0.78	0.02			0.003	0.002	0.91	1.07	1.08	0.11		0.004	0.001
60% ETANOL	17	4.26	42.78	228.43	5.39			0.017	0.044	5.07	49.79	189.34	3.43		0.015	0.035
33% ETANOL	21	4.36	39.26	206.47	4.07					4.99	51.47	193.93	3.41			
0% ETANOL																
MEDIA		4.31	41.02	217.45	4.73					5.03	50.63	191.64	3.42			
D. PADRAO		0.07	2.45	15.53	0.94					0.06	1.19	3.24	0.01			
60% ETANOL	23	4.21	39.18	219.34	5.63			0.012	0.032	5.10	50.88	188.81	3.53		0.013	0.024
33% ETANOL	25	4.30	39.77	215.74	4.50					5.09	49.99	188.73	3.08			
0% ETANOL																
MEDIA		4.26	39.48	217.54	5.06					5.10	50.44	188.77	3.30			
D. PADRAO		0.06	0.42	2.55	0.00					0.01	0.63	0.06	0.32			

(*) GASOLINA: 98% NAFTA CRAQUEADA
10% NAFTA PETROQUINICA

ANEXO 9 - EMISSÕES PONDERADAS DO VEÍCULO A ALCOOL (GOL 1.6L/90-CIT/UEBER)

CONDIC. TEST	EPS No.	US-74 (g/km)				US-75 (g/km)								
		CO (%)	AUT. (km/l)	CO	HC	NOx	Met.	Eta.	AUT. (km/l)	CO	HC	NOx	Met.	Eta.
ETANOL HIBRIDO	65	1.2	9.31	5.23	150.73	0.99	1.55	0.69	9.63	6.86	155.03	1.62	1.50	1.4
	67	1.0	9.43	4.36	152.97	1.05	1.59	0.55	8.65	5.99	158.42	1.51	1.54	1.3
	71	1.2	8.98	4.62	152.39	0.95	1.49	0.45	8.40	6.32	156.89	1.71	1.45	1.1
	76	1.2	8.85	4.88	153.14	1.04	1.68		8.34	6.40	159.09	1.64	1.22	
MÉDIA D. PÓS-TRAT.		1.2	9.07	4.77	153.00	1.04	1.58	0.56	8.50	6.39	157.75	1.64	1.53	1.1
		0.1	0.20	0.37	2.27	0.04	0.08	0.12	0.16	0.36	1.79	0.09	0.07	0.1
ETANOL HIBRIDO	63	1.2	8.02	5.42	153.00	1.11	1.73	0.39	8.73	6.99	156.02	1.60	1.60	0.6
	68	1.4	8.01	5.28	150.95	1.00	1.66	0.17	8.15	6.72	154.71	1.53	1.60	0.3
	72	1.2	8.94	4.69	154.61	1.13	1.76		8.36	6.42	159.25	1.76	1.67	
		1.3	8.00	5.13	156.05	1.06	1.72	0.17	8.26	6.71	159.93	1.65	1.65	0.7
MÉDIA D. PÓS-TRAT.		0.1	0.06	0.39	4.05	0.07	0.05	0.03	0.11	0.29	4.20	0.10	0.05	0.1

(*) NAFIA PETROQUIMICA

ANEXO 10 - EMISSÕES POR FASE DO VEÍCULO A ALCOOL (GOL 1.6L/90-CIT/UEBER)

ANEXO 10 - EMISSÕES POR FASE DO VEÍCULO A ALCOOL (VOL 1.6L770 LITROS/VEÍCULO)																					
CONDIÇÃO	EPS	AUT.	FASE 1 (g/km)					FASE 2 (g/km)					FASE 3 (g/km)								
			No.	CO	CO2	HC	NOx	Met.	Eta.	AUT.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	Met.	Eta.				
ETANOL HIBRIDO	65	6.95	12.87	166.62	4.42	1.49			8.96	5.45	158.72	0.96	1.36			9.71	5.94	152.20	1.02	1.75	0.76
	67	7.41	12.43	171.34	3.33	1.57			8.91	4.29	160.01	1.00	1.39			9.50	4.44	155.55	1.09	1.91	0.61
	71	6.96	12.98	167.33	4.88	1.44			8.82	4.53	159.03	0.93	1.35			9.41	4.71	153.31	0.99	1.84	0.51
	76	6.95	11.99	167.08	4.00	1.63			8.84	5.10	162.08	1.00	1.45			9.09	4.64	147.78	1.08	1.78	
MÉDIA		7.07	12.56	168.26	4.11	1.53			8.76	4.04	159.96	0.97	1.39			9.43	4.70	145.71	1.05	1.78	0.53
D. PÓS-TRAT.		0.23	0.45	2.25	0.59	0.09			0.16	0.53	1.52	0.04	0.04			0.26	0.24	3.12	0.05	0.12	0.13
ETANOL HIBRIDO	63	6.85	13.18	164.66	3.63	1.71			8.56	5.35	159.18	1.00	1.54			9.12	5.00	145.97	1.22	1.95	0.17
	68	6.36	12.43	167.32	3.84	1.61			8.59	5.16	171.88	0.90	1.43			9.22	5.11	149.06	1.12	1.91	0.47
	72	5.92	13.02	163.47	4.32	1.59			8.60	4.78	162.22	1.01	1.48			9.33	4.59	146.80	1.26	2.07	
	MÉDIA		6.71	12.87	164.95	3.76	1.64			8.58	5.10	164.42	0.97	1.48			9.22	5.17	147.61	1.20	1.97
D. PÓS-TRAT.		0.31	0.40	2.07	0.35	0.06			0.02	0.29	6.63	0.07	0.06			0.11	0.50	1.26	0.07	0.08	0.00

(*) NAFIA PETROQUIMICA

ANEXO 11 - EMISSÕES PONDERADAS DO VEÍCULO A ALCOOL (GOL 1.6L/90-CHT/BROSOL)

CONSUMO			US-74 (g/km)					US-75 (g/km)						
ENS	CO ml	AUT.	(km/l)					(km/l)						
No.	(%)		CO2	HC	NOx	Met.	Eta.	CO2	HC	NOx	Met.	Eta.		
ETANOL HIDRAT.	57	2.2	8.57	21.81	138.53	1.63	0.76	1.37	1.37	143.12	1.83	0.84	1.53	
	58	2.0	8.61	19.72	140.11	1.38	0.80	1.04	1.04	145.54	1.66	0.83	1.41	
	60	2.2	8.63	19.04	140.02	1.57	0.73	1.20	1.20	145.80	1.83	0.83	1.47	
	61	2.0	8.60	19.88	141.07	1.44	0.81	0.91	0.91	145.66	1.64	0.83	1.53	
MÉDIA D. PADRÃO	69	1.4	8.44	17.69	139.03	1.60	1.01	0.91	0.91	144.12	2.32	1.03	1.53	
		2.0	8.57	19.64	139.90	1.52	0.92	1.13	1.13	144.85	1.82	0.97	1.51	
		0.3	8.08	1.50	1.02	0.11	0.11	0.20	0.20	1.18	0.16	0.09	0.08	
ETANOL HIDRAT.	64	1.4	8.25	10.53	138.11	1.38	0.92	0.30	0.30	142.21	1.64	0.97	0.38	0.69
	79	3.6	8.21	19.63	130.11	1.51	0.86	0.30	0.30	142.51	1.77	0.92	0.42	0.72
MÉDIA D. PADRÃO		2.5	8.23	19.83	136.11	1.45	0.89	0.30	0.30	142.36	1.71	0.95	0.40	0.73
		1.6	8.03	0.78	0.00	0.10	0.04	0.01	0.02	0.22	0.09	0.04	0.03	0.02

(*) NAFTA PETROQUINICA

ANEXO 12 - EMISSÕES POR FASE DO VEÍCULO A ALCOOL (GOL 1.6L/90-CHT/BROSOL)

FASE 3 (g/km)																					
CONSUMO		AUT.		AUT.		FASE 2 (g/km)		AUT.		AUT.		FASE 3 (g/km)		AUT.		AUT.		FASE 3 (g/km)			
CONSUMO	ENS	Co. (km/l)	CO2	HC	NOx	Met.	Eta.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	Met.	Eta.	(km/l)	CO	CO2	HC	NOx	Met.	Eta.
ETANOL HIDRAT.	57	7.66	22.31	151.54	2.80	1.34	2.23	23.39	145.12	1.44	0.57	1.37	8.98	20.19	130.98	1.62	0.97	1.36	1.36		
	58	7.34	22.10	150.57	2.83	1.14	2.06	20.24	136.12	1.32	0.63	0.90	9.04	19.29	129.02	1.43	0.99	1.18	1.18		
	60	7.44	21.20	157.99	3.15	1.21	2.60	19.59	150.89	1.48	0.61	1.00	9.01	18.35	128.38	1.57	0.86	1.34	1.34		
	61	7.32	23.62	153.24	2.43	1.10	4.15	21.23	149.58	1.43	0.64	0.94	9.06	16.31	132.51	1.44	0.99	0.63	0.63		
	69	6.87	23.86	156.73	3.74	1.34	3.03	17.56	145.49	1.53	0.80	0.94	8.80	17.83	132.05	1.68	1.24	1.19	1.19		
MÉDIA D. PADRÃO		7.23	22.62	154.31	2.99	1.22	3.03	20.40	140.44	1.40	0.65	1.07	0.92	18.82	130.63	1.57	1.01	0.22	0.22		
		0.29	1.11	2.16	0.49	0.11	0.79	2.14	2.46	0.12	0.09	0.21	0.10	0.88	1.78	0.12	0.14	0.14	0.14		
ETANOL HIDRAT.	64	6.81	23.01	155.05	2.70	1.40	7.99	20.08	140.79	1.35	0.71	0.32	0.50	16.84	135.17	1.40	1.14	0.27	0.27		
	79	6.63	22.95	152.11	2.70	1.42	8.03	22.05	144.65	1.49	0.62	0.38	0.48	16.98	130.73	1.34	1.12	0.32	0.32		
MÉDIA D. PADRÃO		6.72	22.98	153.60	2.74	1.41	8.01	21.07	142.82	1.42	0.66	0.30	0.42	16.91	132.95	1.47	1.13	0.30	0.30		
		0.13	0.64	2.10	0.05	0.01	0.63	1.39	2.87	0.10	0.06	0.02	0.02	0.11	3.14	0.10	0.02	0.04	0.04		

(*) NAFTA PETROQUINICA

ANEXO 13 - EMISSÕES DE ESCAPAMENTO E EVAPORATIVA, COM AEHC - CHEVETTE 1.6 - WEBER/90



BROSOL

RELATÓRIO Nº 13/90

FOLHA Nº 2/2

DATA: 25/06/90

MODELO: CHEVETTE

CIDP-LABORATÓRIO DE EMISSÕES VEICULARES

RELATÓRIO SUCINTO

DISTRIBUIDOR CP

ORIGEM: CETESB

TESTE TIPO: NBR-6601 - EVAPORATIVA

FINALIDADE: Comparar Emissões com Etnol vs Mistura Metanol

VEÍCULO	COMBUSTÍVEL:	MOTOR:	CARBURADOR:
	PROTA/CHASSI:	CÂMBIO:	MUDANÇAS:
	INERCIAS:	20/40/60/80	25/35/50/65
% CO em MLESA	1.5/950	1.60	DMTS - WEBER
		5m	
		7.0	
		2.375	

TESTE Nº	DATA	HODOM Km.	CONSUMO l/100	HC g/Km	CO g/Km	NOx g/Km	CO2 g/Km	CO ML %	MLESA rpm	PI. Ign. ° APUS
140/90	19/06	3714	8.82	1.77	9.30	1.10	142	1.2	870	
142/90	20/06	2732	8.71	1.63	10.5	1.19	142	1.6	870	

TESTE Nº	DATA	FRIO	QUENTE	TOTAL
142/90	19/06	0.67	1.20	1.86
142/90	20/06	0.30	1.19	1.49

VALORES MÉDIOS	VALORES MÉDIOS
8.76	1.15
1.70	142
9.90	

LABORADOR: [assinatura] RESPONSÁVEL: [assinatura] DISTRIBUIDOR: [assinatura]

BROSOL

CTUP-LABORATORIO DE EMISSÕES VEICULARES

RELATÓRIO SUCINTO

RELATÓRIO Nº
FOLHA Nº 1/2
DATA: 25/06/90
MODELO: CHEVETTE
13/90

DISTRIBUIDOR CP

ORIGEM: CETESB

TESTE TIPO: NBR. 6501 + EVAPORATIVOS

FINALIDADE: COMPARAR EMISSÕES COM ETANOL VS MISTURA METANOL.

% CO em M Lente	COMBUSTÍVEL:	MOTOR:	CARBURADOR:
1.5 / 900	METANOL - ETANOL + GAS	1.6 L	DNB - WEBER
IGNIÇÃO:	PROTA / CHASSI:	CÂMBIO:	MUDANÇAS:
	OT - 235 C	5M	25/35/50/65
PNEUS:	INÉRCIA:	20/40/80/80	PERO: NOMINAL / VEÍCULO:
	2375	7.0	

EVAPORATIVOS (S/CORREÇÃO)

TESTE Nº	DATA	FRIO	QUENTE	TOTAL
147/90	22/06	1.51	1.73	3.24
144/90	31/06	1.55	1.82	3.41

CICLO URBANO

TESTE Nº	DATA	MODOM Km.	CONSUMO l/100	HC g/km	CO g/km	NOx g/km	CO2 g/km	CO ML %	MLente rpm	P. Ign. ° APMS
147/90	22/06		8.95	1.31	8.2	1.30	143	1.1	910	
144/90	31/06		8.91	1.32	8.0	1.23	143	1.2	900	

VALORES MÉDIOS

VALORES MÉDIOS	3.33
----------------	------

VALORES MÉDIOS

VALORES MÉDIOS	8.93	1.32	8.10	1.27	140
----------------	------	------	------	------	-----

ELABORADOR: [Assinatura]
RESPONSÁVEL: [Assinatura]
ASSINADO: [Assinatura]
DISTRIBUIDOR

ANEXO 15 - EMISSÕES DE ESCAPAMENTO E EVAPORATIVA COM AEHC E 60E/33M/7G - MONZA 1.8/89

CAMP DE PROVAS DA CRUZ ALTA - G.M.B.

ESTUDO DE COMBUSTÍVEL BASEADO DE EMISSÕES DE COMBUSTÍVEL COM ADICAO DE METANOL

TESTES DE EMISSÕES COMPARATIVAS DE COMBUSTÍVEL PRÓPRIO DE														
VEÍCULO	NÚMERO DE COMBUSTÍVEL	TESTE EXAUSTÃO (G/KW)	TESTE EVAPORATIVO (g)				C O M S U M O						TESTE DE ALDEÍDOS (US/GS) (P.P.T.)	
		HC	CO	NOx	FRIQ	QUENTE	TOTAL	CIDADE (KM/H)	ESTRADA (KM/H)	40 KM/H	60 KM/H	80 KM/H	100 KM/H	
MONZ SL	1	1.10	15.47	0.89	0.71	1.22	1.93		4a- 13.35	4a- 15.40	15.81	14.01	11.97	
	2	1.10	14.94	0.97	0.66	1.66	2.31	10.56	5a- 15.10	5a- 17.50	17.93	15.50	13.22	0.017
	MEDIA	1.10	15.21	0.93	0.68	1.44	2.12							
	1	0.76	7.42	0.98	0.76	1.21	1.97		4a- 14.31	4a- 16.08	16.47	14.42	12.37	
MONZ SL	1	0.72	6.80	1.02	0.83	1.27	2.11	10.42	5a- 15.05	5a- 19.84	19.17	16.26	13.00	0.023
	2	0.74	6.66	1.00	0.80	1.24	2.04							
	MEDIA	0.74	6.66	1.00	0.80	1.24	2.04							
	1	1.00	5.80	0.83	0.42	1.20	1.62		4a- 10.64	4a- 13.60	12.21	10.78	9.40	
MONZ SL	1	0.70	4.80	0.89	0.40	1.09	1.48	7.61	5a- 11.91	5a- 16.70	15.07	11.73	10.13	0.081
	2	0.63	4.63	0.66	0.41	1.15	1.55							
	MEDIA	0.63	4.63	0.66	0.41	1.15	1.55							
	1	0.77	4.47	0.97	1.20	1.51	2.81		4a- 10.75	4a- 13.01	12.66	10.94	9.35	
MONZ SL	1	0.61	4.62	1.02	1.55	1.21	2.76	7.46	5a- 12.03	5a- 16.08	13.15	12.48	10.42	0.042
	2	0.79	4.55	1.00	1.30	1.41	2.79							
	MEDIA	0.79	4.55	1.00	1.30	1.41	2.79							
	1	0.77	4.47	0.97	1.20	1.51	2.81		4a- 10.75	4a- 13.01	12.66	10.94	9.35	

 CO_2 , g/kg

COPIA PRIMEIRO DE EMISSOES = 782 GASOLINA PURA + ALCOOL ANIDRO 22%.

SOLINA COM NEVADO - 100% ALCOOL HIDRATADO.

TOR DE CORRECAO DO ETANOL = 2.30
TOR DE CORRECAO DO METANOL = 2.70

NUNCIO M. L. NUNEZ
LABORATORIO DE EMISSES - C.P.C.A.

ANEXO 16 - EMISSÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL COM AEHC E 60E/33M/7G

	ALCOOL - g/ensaio				60E/33M/7G - g/ensaio				DIFERENÇA				VARIACAO %			
	COMO PROPANO :		CORRIGIDO		COMO PROPANO :		CORRIGIDO		g/ensaio		g/ensaio		g/ensaio		g/ensaio	
	FRIQ :	QUENTE :	FRIQ :	QUENTE :	TOTAL :	FRIQ :	QUENTE :	FRIQ :	QUENTE :	TOTAL :	FRIQ :	QUENTE :	FRIQ :	QUENTE :	TOTAL :	QUENTE : TOTAL :
ESCORT 1.6 CHT	0.29 :	1.78 :	0.67 :	4.09 :	4.76 :	0.50 :	3.09 :	1.66 :	0.08 :	9.75 :	0.99 :	3.99 :	4.98 :	+148 :	+98 :	+101 :
FIAT PREMIO 1.6/86	0.17 :	2.13 :	0.39 :	4.90 :	5.29 :	0.79 :	11.08 :	2.20 :	28.53 :	30.73 :	1.81 :	23.63 :	25.44 :	+464 :	+452 :	+481 :
	0.50 :	1.19 :				1.59 :	1.82 :									
	0.67 :	1.20 :				1.51 :	1.73 :									
CREVETTE 1.6/90	0.49 :	1.20 :	1.12 :	2.75 :	3.87 :	1.55 :	1.77 :	4.14 :	4.72 :	8.86 :	3.02 :	1.97 :	4.99 :	+270 :	+72 :	+129 :
	0.345 :	0.486 :				1.277 :	0.822 :									
	0.287 :	0.444 :				1.077 :	0.865 :									
CEL 1.6 CHT/90	0.32 :	0.465 :	0.77 :	1.13 :	1.90 :	1.177 :	0.844 :	3.11 :	2.25 :	5.36 :	2.34 :	1.12 :	3.46 :	+304 :	+99 :	+182 :
	0.13 :	0.52 :				0.43 :	0.58 :									
	0.17 :	0.47 :				0.56 :	0.44 :									
NOVA 1.8	0.18 :	0.50 :	0.41 :	1.15 :	1.55 :	0.50 :	0.51 :	1.38 :	1.41 :	2.79 :	0.97 :	0.26 :	1.23 :	+237 :	+23 :	+80 :

CETESB - DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO E SERVIÇOS AMBIENTAIS
BIBLIOTECA

ANEXO 17 - EFEITO DO RESIDUAL DE AEHC NO ABASTECIMENTO COM MISTURA
(60E/33M/7G) - GOL 1.6 - 88 - CICLO EPA 74 (A QUENTE)

ENSAIO	% ABASTECIMENTO C/ MISTURA	CO (g/km)	CO ² (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	AUT. (km/l)
E036/90	0	19.36	147.77	2.39	1.02	8.08
E041/90	25	18.49	147.12	2.18	1.1	8.06
E038/90	50	19.97	143.93	2.24	1.03	8.08
E039/90	75	20.27	142.8	2.19	1.04	7.88
E040/90	100	20.17	140.25	1.94	1.15	8.37
MÉDIA.....		19.65	144.37	2.19	1.07	8.09
DESVIO PADRÃO		.74	3.11	.16	.06	.18

ANEXO 18 - INFLUENCIA DA MISTURA 60E/33M/7G NA REGULAGEM DE MARCHA LENTA
ANTES DA REGULAGEM

MARCA/MOD.	KM	A E H C		MISTURA		VARIACOES (%)	
		CO%	RPM	CO%	RPM	CO	RPM
ESCORT GL-86/W	41000	1,5	820	0,3	780	-80	-4,9
ESCORT L-88/B		4,8	1050	4,0	1000	-16,7	-4,8
MONZA 84/85	72000	1,5	1000	1,3	1000	-13,3	0
GOL BX - 84/85	70000	2,3	1000	2,0	920	-13	-8
GOL - 89	7000	0,3	800	0,2	700	-33	-12,5
PARATI CL - 88	15000	5,2	840	4,2	810	-19	-3,6
PARATI - 84	63000	1,3	910	0,7	900	-46	-1,1
BELINA 83 - 1.6	75000	2,2	820	1,8	860	-18	+4,9
M O N Z A	48000	2,8	760	2,8	840	0	+10,5
ESCORT L 88/89	34000	1,5	940	1,2	960	-20	+2,1

ANEXO 19 - INFLUÊNCIA DA MISTURA 60E/33M/7G NA REGULAGEM DE MARCHA LENTA
DEPOIS DA REGULAGEM

MARCA/MOD.	KM	A E H C		MISTURA		VARIACÕES %	
		CO%	RPM	CO%	RPM	CO	RPM
ESCORT GL-86/W	41000	3,5	880	3,3	900	-5,7	+2,3
ESCORT L-88/B		3,0	1000	2,8	1000	-6,7	0
MONZA - 84/85	72000	3,0	750	2,4	840	-20	+12
GOL BX - 84/85	70000	2,3	1000	2,0	920	-13	-8
GOL - 89	7000	2,5	820	2,5	900	0	+9,8
PARATI CL-88	15000	2,5	840	2,0	850	-20	+1,2
PARATI -84	63000	1,5	900	0,9	900	-40	0
BELINA 1.6 -83	75000	2,8	950	3,2	960	+14	+1
MONZA	48000	2,8	750	2,8	840	0	+12
ESCORT L 88/89	34000	2,8	1100	2,6	1200	-7	+9

IMPACTO AMBIENTAL DA MISTURA COMBUSTÍVEL ETANOL-METANOL-GASOLINA

Alfred Szwarc

RESUMO

Dentro do quadro de desabastecimento de álcool etílico combustível (etanol), verificado na entressafra da cana de açúcar 1989-1990, o uso da mistura etanol-metanol-gasolina surgiu como uma alternativa capaz de atenuar o racionamento de etanol no país.

Este trabalho sintetiza as principais informações levantadas no "Estudo de Impacto no Meio Ambiente - O Uso do Metanol como Combustível", elaborado para o Ministério de Minas e Energia, em janeiro de 1990. O referido estudo foi feito em co-autoria com os Professores José Roberto Moreira e Paulo Hilário Nascimento Saldiva, da Universidade de São Paulo. Não são tratadas nesta síntese as questões que levaram ao desabastecimento de etanol, embora, no estudo este tema tenha sido abordado.

Conclui-se que o uso da mistura combustível, apresenta impacto ambiental equivalente ao dos demais combustíveis comercializados no país, fato que recomenda a sua utilização pelo período inicialmente estimado para a normalização do abastecimento de etanol, ou seja, cerca de seis meses.

INTRODUÇÃO

Diante da perspectiva de escassez de álcool etílico combustível (etanol) durante a entressafra de cana de açúcar no período de 1989-1990, diversos setores do governo, da iniciativa privada e da comunidade técnico-científica foram levados a propor alternativas ao racionamento do etanol que, já em meados de 1989, se configurava como inevitável e que afetaria significativamente, a circulação dos 4,2 milhões de veículos a álcool existentes no país.

Dentre as diversas alternativas analisadas, verificou-se que aquela que poderia efetivamente ser aplicada em tempo hábil para atenuar consideravelmente a falta de etanol, envolveria o uso de álcool metílico, mais conhecido como metanol.

Para estudar mais detalhadamente essa alternativa, o Ministério de Minas e Energia estabeleceu um grupo de trabalho formado por produtores de etanol e metanol, PETROBRAS, IPT, CESP, CETESB, fabricantes de veículos, CNP e Ministério da Indústria e Comércio.

Por sugestão da CETESB, o Grupo de Trabalho definiu que qualquer possível alternativa de uso do metanol deveria contemplar duas premissas básicas:

- 1) não haver necessidade de regulagens especiais de motor e troca de peças e componentes;
- 2) não ocorrer uma maior emissão de poluentes do que aquela originada pelo uso dos combustíveis normalmente comercializados no país.

Após dezenas de ensaios realizados nos laboratórios da CETESB e das montadoras de veículos, verificou-se que uma mistura ternária, composta por 60% etanol, 33% metanol e 7% gasolina, atendia as premissas estabelecidas, possibilitava obter desempenho, dirigibilidade e consumo de combustível equivalentes aos dos veículos a álcool e, viabilizava uma economia de 40% de etanol.

Uma outra mistura, composta por 80% etanol e 20% metanol, também se mostrou viável, entretanto, pelo fato de permitir uma economia menor de etanol, foi descartada para uso.

Vale notar que encontrar misturas de combustíveis que atendam as premissas citadas acima é um trabalho difícil, pois além da necessidade de se preservar o poder calorífico e a alta octanagem do etanol, é necessário compatibilizar as diferenças existentes na viscosidade, na densidade, na volatilidade e nos outros parâmetros básicos que caracterizam os componentes dessas misturas.

IMPACTO AMBIENTAL

Dentro de uma análise realista, a avaliação de impacto ambiental de um combustível novo deve ser feita através de um quadro comparativo com os combustíveis tradicionalmente aceitos e utilizados pela sociedade e que têm os seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente conhecidos.

Essa necessidade de avaliação comparativa se deve ao fato de que não existem combustíveis que, de forma absoluta, não envolvam algum tipo de impacto no meio ambiente.

Além disso, é importante se considerar na avaliação de impacto ambiental, não somente os efeitos diretos resultantes do uso do combustível, como também os efeitos indiretos relacionados com a sua utilização.

Uma questão básica na avaliação de impacto ambiental direto do uso de combustíveis é a identificação das possíveis fontes de poluição que as operações de produção, estocagem, transferência, transporte e uso dos combustíveis podem resultar. No caso de

metanol, desconsideraremos neste trabalho os aspectos relativos a sua produção, visto que este produto está sendo importado e trazido para o país em navios-tanque e a produção nacional, além de ser pequena, está direcionada para o uso industrial.

Uma vez importado e tendo atingido o seu destino no território nacional, o metanol é descarregado do navio-tanque através de braços articulados para um terminal marítimo da PETROBRÁS, onde é armazenado em tanques verticais. Dependendo do caso, a mistura com etanol e gasolina é feita neste terminal ou em outra instalação da PETROBRÁS. Nesta última circunstância, a transferência do metanol puro é feita por bombeamento através de dutos, com nova armazenagem em tanques verticais. A mistura é realizada no interior desses tanques, pela adição dos componentes, um a um, e logo que a composição desejada é atingida, fica disponível para transferência às empresas distribuidoras, que recebem o produto por bombeamento através de dutos e transferem o mesmo aos postos de abastecimento por caminhão tanque. Nestes postos, o combustível fica armazenado em tanques horizontais subterrâneos e o produto é transferido ao consumidor final através de bombas de abastecimento equipadas com bico automático.

Com base no conhecimento do fluxo da mistura combustível, é possível elaborar o Quadro 1, que identifica as fontes de poluição, os poluentes e o meio físico diretamente afetado. O detalhamento dessas informações, que aqui serão brevemente tratadas, estabelece as bases para uma análise de impacto ambiental.

Quadro 1 - Fontes de Emissão de Poluentes para a Mistura Etanol-Metanol-Gasolina.

Fonte de Poluição	Poluentes	Meio Diretamente Afetado
Operações de estocagem, manuseio, transporte e transferência de combustível	Vapores de etanol, metanol e gasolina	Atmosfera
Derramamentos acidentais de combustível	Etanol, metanol e gasolina, no estado líquido e vapor	Atmosfera, solo, corpos de água
Uso do combustível	Vapores de etanol, metanol e gasolina; monóxido de carbono, dióxido de carbono, combustível não queimado, óxidos de nitrogênio, aldeídos, partículas, óxidos de enxofre etc.	Atmosfera

Pelo quadro acima, pode-se observar que a grande novidade, em termos de poluição ambiental, é a presença de metanol, seja na atmosfera, no solo ou nos sistemas aquáticos, visto que a presença dos demais poluentes ocorre com o uso de etanol e da mistura gasolina/etanol, combustíveis normalmente comercializados no país.

No que se refere às emissões de metanol para a atmosfera, estas apresentam baixa reatividade fotoquímica quando comparadas com diversos hidrocarbonetos, como etano e butano, ou mesmo com o etanol, emitidos pelos veículos a álcool e a gasolina. Sabe-se que a atividade fotoquímica do etanol é cerca de cinco vezes maior que a do metanol, o que significa que o etanol pode produzir, mais rapidamente, uma maior quantidade de oxidantes fotoquímicos que o metanol. Aliás, esta qualidade do metanol tem contribuído para a sua inclusão no rol dos chamados "combustíveis limpos", ou seja, combustíveis de baixo potencial de poluição.

Pelo fato do metanol e da gasolina apresentarem uma pressão de vapor maior que a do etanol, a mistura ternária acaba tendo uma pressão de vapor aproximadamente 80% superior a do etanol. Este

fato resulta numa maior vaporização do combustível em relação ao etanol, o que significa também um aumento da emissão de vapores para a atmosfera em proporção aproximada ao aumento verificado na pressão de vapor. Por outro lado, sabe-se que a gasolina apresenta uma pressão de vapor cerca de 2 a 4 vezes maior que a da mistura ternária, o que representa uma emissão maior de vapores do que a verificada com a mistura ternária. Vale observar que diversos dos vapores originados da gasolina são extremamente tóxicos, como é o caso do benzeno.

A maior pressão de vapor da mistura ternária em relação ao etanol tem, entretanto, o seu lado positivo, pois facilita a partida e melhora a dirigibilidade com o motor frio, o que pode ser traduzido numa menor emissão de poluentes, num regime de operação do motor que é crítico em termos de poluição. Ainda, com relação à emissão de poluentes pelo tubo de escapamento do veículo, estudos da CETESB (tabela 1) indicam que, tomando-se o etanol por base, a mistura ternária apresenta emissão maior somente para óxidos de nitrogênio (NO_x). Em contrapartida, há uma redução na emissão de combustível não queimado (CNQ) e aldeídos (R-CHO). A emissão de monóxido de carbono (CO) se mantém praticamente igual. Ao se tomar a gasolina por base, verifica-se que a mistura ternária apresenta uma emissão maior somente para aldeídos.

Tabela 1 - Emissão relativa de poluentes pelo escapamento (%)

Combustível	CO	CNQ	NO_x	R-CHO
Etanol	100	100	100	100
60% etanol - 33% metanol - 7% gasolina	103	72	123	75
78% gasolina - 22% etanol	175	122	138	36

Com relação à questão da emissão de aldeídos, as duas principais espécies que compõem este tipo de emissão nos veículos com motor do ciclo Otto (ignição por centelha) são o acetaldeído e o formaldeído. Nos veículos movidos a etanol, o acetaldeído representa cerca de 85% da emissão e o formaldeído apenas 15%. Nos veículos a gasolina (gasolina + 22% etanol anidro) esta relação passa a ser de 44% e 55%, respectivamente. O uso da mistura ternária resultou em uma redução na emissão total de aldeídos (tabela 2), justificada por um decréscimo de maior magnitude da emissão de acetaldeído do que o aumento verificado na emissão de formaldeído. Um dado de interesse nessa variação qualitativa e quantitativa na emissão dos aldeídos é que o formaldeído, que é uma substância mais preocupante que o acetaldeído em termos de toxicidade e reatividade fotoquímica.

continua sendo emitido em quantidade próxima à que é originada durante a combustão da gasolina, em diversos modelos de veículos. Além disso, a redução da emissão de acetaldeído, o qual é precursor da formação de peroxiacetilnitrato (PAN), que é uma substância bastante tóxica, deve ser vista como um benefício.

Tabela 2 - Composição típica de aldeídos no gás de escapamento (g/km)

Combustível	Acetaldeído	Formaldeído	Total
Etanol	0,094	0,015	0,109
60% etanol-33% metanol-7% gasolina	0,050	0,033	0,083
78% gasolina-22% etanol	0,018	0,022	0,040

Nota: Os valores apresentados refletem a média dos níveis de emissão obtidos para diversos modelos de veículos.

No que tange a emissão de metanol no gás de escapamento, os estudos da CETESB indicam que esta emissão é inferior a 0,6 g/km (limite de detecção do sistema de amostragem e cromatográfico gasoso utilizados).

O significado de uma emissão inferior a 0,6 g/km para metanol e de uma emissão igual a 0,033 g/km para formaldeído pode ser melhor entendida ao analisarmos os dados da tabela 3.

Estes dados resultam de estudos realizados pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) com modelos matemáticos, considerando veículos movidos exclusivamente a metanol e refletem os níveis de emissão necessários para se atender padrões sugeridos de qualidade do ar iguais a 4,5 mg/m³ (0,5 ppm) para metanol e 0,03 mg/m³ (0,023 ppm) para formaldeído. Convém notar que estes padrões são bastante restritos e as informações disponíveis indicam que são adequados para a proteção da saúde pública.

Tabela 3 - Níveis máximos de emissão de metanol e formaldeído

Condição de Exposição	Emissão de Poluentes por Veículo (g/km)	
	Metanol	Formaldeído
Rua (tipo desfiladeiro)		
Normal	66,9	0,44
Severa	9,9	0,066
Auto estrada		
Normal	22,5	0,15
Severa	5,5	0,037
Túnel		
Normal	2,5	0,016
Severa	0,9	0,006

De acordo com a tabela 3, fica claro que níveis de emissão inferiores a 0,6 g/km de metanol ficam abaixo até do limite de emissão estimado para exposição severa (tráfego congestionado no interior de um túnel, que é a condição mais crítica de exposição considerada.

Com relação à emissão de formaldeído, verifica-se na tabela 2 que o valor de emissão típico para a mistura ternária somente ultrapassa as emissões estimadas para exposição no interior de um túnel. Este fato acontece também no caso do uso de gasolina e, parcialmente, no caso de uso do etanol.

Considerando que, em geral, os períodos de permanência no interior de um túnel são de curta duração e ocorrem com baixa frequência, os níveis de emissão de formaldeído dos veículos movidos com a mistura ternária, não apresentam um risco sério para a ocorrência de efeitos à saúde.

Além destes dados, podemos também citar um estudo realizado pela CETESB para estimativa de concentração de metanol e monóxido de carbono em um túnel, em condições críticas de ventilação. A conclusão mais importante desse estudo é que, independentemente das hipóteses admitidas, a concentração de monóxido de carbono será sempre substancialmente maior que a de metanol, para o mesmo período, e que eventuais efeitos sobre a saúde serão causados, principalmente, pelo monóxido de carbono.

Com relação à emissão de óxidos de enxofre e partículas no gás de escapamento, pode-se dizer que com o uso da mistura ternária, a emissão desses poluentes é desprezível e que a sua emissão é determinada pela presença da gasolina. Isto se deve ao fato de que o teor de enxofre na gasolina pode chegar a 0,25% em peso.

enquanto que nos álcoois ele se apresenta como traços. Além disso, a queima dos álcoois resulta em uma emissão de partículas de carbono e sulfatos praticamente nula, o que não acontece com a gasolina. Se compararmos a emissão desses poluentes com o uso da gasolina, fica evidenciada a vantagem da mistura ternária, que neste caso, se equivale ao etanol.

No que diz respeito à poluição causada por derramamentos acidentais de grandes quantidades de metanol ou da mistura ternária, pode haver contaminação do solo, do sub-solo ou de corpos de água.

Estudos internacionais indicam que, em comparação com a gasolina, os álcoois apresentam uma toxicidade menor aos organismos aquáticos. Têm-se informações de que os efeitos resultantes de curta exposição aos álcoois, como é comum em derramamentos, têm caráter reversível. Além disso, sabe-se que a biodegradabilidade dos álcoois é mais rápida do que a do petróleo ou da gasolina nos meios aquáticos. Pelo fato dos álcoois serem totalmente miscíveis na água e também serem voláteis, o seu processo de dispersão, diluição e neutralização é bastante rápido. O tempo de residência dos álcoois nos meios aquáticos é da ordem de horas, enquanto que, no caso de petróleo, é estimada em anos.

Em caso de sistemas submetidos a um acidente de graves efeitos ecológicos, a recolonização do sistema por organismos aquáticos importantes é mais rápida no caso dos álcoois do que no caso do acidente envolver petróleo ou gasolina.

Um fato que merece atenção é o risco de um derramamento acidental afetar a potabilidade de corpos de água usados para abastecimento público. No caso de metanol e etanol puros, este risco é maior, pois devido à completa miscibilidade com a água dessas substâncias, a sua detecção imediata é difícil. No caso de misturas contendo gasolina e corantes a detecção poderá ser facilitada pela presença de cor, odor e sabor. Pequenos derramamentos de álcoois requerem normalmente monitoramento e isolamento de área por 1 ou 2 dias, especialmente se houver risco à potabilidade da água. No caso de grandes derramamentos, os processos de diluição e degradação do etanol e metanol podem ser acelerados por processos de aeração da água ou pela inoculação de bactérias não-patogênicas como a "pseudomonas fluorescens" que absorve e metaboliza os álcoois.

Um comentário interessante é que a utilização de álcoois como combustíveis reduz a necessidade de importação de petróleo, fato que diminui o risco de acidentes envolvendo o seu derramamento. Um outro dado importante é que os custos de despoluição, após um derramamento envolvendo petróleo ou seus derivados, é maior do que no caso de um derramamento equivalente envolvendo metanol ou etanol, devido o curto período de permanência dos álcoois no meio aquático.

Se considerarmos ainda os custos de caráter social e ecológico provocados pelos derramamentos, verificamos que o petróleo e seus derivados se encontram em considerável desvantagem frente aos álcoois.

Avaliando os danos causados pelo acidente envolvendo o superpetroleiro Exxon Valdez, em 24/03/89, o Serviço de Proteção à Pesca e Vida Selvagem dos EUA registrou que o vazamento de 44.000 toneladas de petróleo resultou na morte de 90.000 a 270.000 aves de 74 espécies diferentes, além de centenas de focas e leões marinhos.

A Exxon estimou em US\$ 1,2 bilhões os gastos com a remoção de petróleo.

No caso de derramamentos acidentais de combustíveis sobre ecossistemas terrestres, pode-se dizer que os combustíveis compostos totalmente, ou, principalmente, por derivados de petróleo, geralmente afetam, com mais severidade, os microorganismos do solo e as plantas, do que os álcoois. Considerando-se a possibilidade de ocorrer contaminação das águas subterrâneas devido a derramamentos de metanol, temos que a miscibilidade, volatilidade e biodegradabilidade do metanol reduziram rapidamente a sua concentração na água, minimizando os riscos à saúde e meio ambiente.

Uma outra questão de importância relacionada com o manuseio, transporte e estocagem de combustíveis, são os riscos de explosão e incêndio. Neste aspecto, pode-se afirmar que os riscos envolvidos com a mistura ternária são equivalentes aos existentes para combustíveis derivados de petróleo e etanol.

Com relação aos efeitos indiretos no meio ambiente, resultantes do uso da mistura ternária, temos um saldo bastante positivo, pois o uso da mistura ternária:

- a) mantêm as características de emissão dos veículos a álcool evitando, portanto um aumento da emissão de poluentes. Este fato é de importância, especialmente para os veículos produzidos em atendimento ao PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), que tem, assim, a emissão que foi homologada, mantida em campo;
- b) possibilita, com a economia de etanol, a recuperação dos estoques reguladores de álcool, permitindo um retorno ao uso de gasolina com 22% de álcool, que resulta em menor emissão de poluentes, especialmente, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

Mais uma vez, temos que este fato representa a garantia de que os veículos a gasolina, produzidos em atendimento ao PROCONVE, passam a apresentar a emissão com a qual foram homologados, uma vez que o uso de gasolina com baixos teores

de álcool, ou sem álcool (gasolina Premium), resulta em níveis de emissão superiores aos verificados durante homologação dos veículos;

- c) desestimula a conversão de motores a álcool para gasolina, que geralmente são feitas precariamente e sem controle de nível de emissão de poluentes, que, normalmente aumenta;
- d) desestimula o uso de misturas combustíveis caseiros, além de apresentarem um sério risco à integridade do motor, têm toxicidade e emissão de poluentes desconhecidas.

USO DOS COMBUSTÍVEIS E RISCOS PARA A SAÚDE

A ação dos poluentes que são originados pelo uso de combustíveis afeta a saúde e se faz sentir, predominantemente, sobre o sistema respiratório dos habitantes dos grandes centros urbanos. Diversos estudos têm demonstrado uma relação positiva entre poluição do ar e o aumento de morbidade e mortalidade da população, devido a problemas respiratórios. Isto se deve ao fato de que o sistema respiratório promove a filtração e condicionamento (aquecimento e umidificação) do ar inspirado, constituindo-se, portanto, em um meio em que ocorre a deposição das partículas inaladas, o tamponamento dos poluentes ácidos e a inativação de oxidantes inalados, constituindo-se no cenário de luta travada pelo organismo contra agressores inalatórios.

Considerando-se que a grande massa dos poluentes é gerada pela queima dos combustíveis no motor, pode-se inferir dos dados apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, que o uso temporário da mistura ternária, previsto para um período máximo de seis meses, não deve resultar em maiores riscos à saúde do que os apresentados pelo uso dos demais combustíveis.

É oportuno mencionar que a EPA, através de projeções computacionais, prevê uma queda discreta dos casos de câncer na população urbana no caso de ocorrer uma participação de cerca de 30% de carros a metanol na frota veicular, em relação aos padrões atuais. Esta queda é devida, principalmente, à diminuição dos níveis atmosféricos de hidrocarbonetos em função do uso do novo combustível.

TOXICIDADE DOS COMBUSTÍVEIS

Considerando que a polêmica gerada sobre o uso da mistura ternária se deve à ação tóxica do metanol, concentraremos nossos comentários neste produto.

Como é sabido, o metanol é uma substância que pode afetar a saúde humana a partir de três vias de entrada no organismo: ingestão, absorção cutânea e inalação.

A quase totalidade dos conhecimentos sobre os efeitos tóxicos do metanol provém de casos de intoxicação aguda, por ingestão inadvertida deste produto. A ingestão de metanol pode levar a um quadro clínico que, potencialmente, pode provocar (dependendo da dose ingerida, susceptibilidade e estado de saúde do indivíduo) sintomas de embriaguez, mal estar e náuseas, até alterações neurológicas e visuais permanentes, incluindo cegueira, Parkinsonismo e morte. Neste particular, o metanol deve ser considerado mais tóxico do que a gasolina, o etanol e o óleo diesel. Esta maior toxicidade não se deve às características intrínsecas do metanol, pois efeitos tóxicos da gasolina são observados com doses da mesma grandeza. No entanto, a gasolina possui propriedades heméticas, ou seja, induz vômitos e regurgitação nas pessoas que a ingerem inadvertidamente, o que resulta em considerável excreção pelo organismo, fato que não ocorre com o metanol. Desta forma, a presença de metanol no combustível aumentaria o risco de acidentes, especialmente em caso de sifonamento do combustível por sucção bucal. Entretanto, a presença de 7% de gasolina na mistura ternária, confere odor e sabor de gasolina à mesma, o que reduz sensivelmente a possibilidade de ingestão inadvertida do combustível, bem como induz a regurgitação e vômito. Vale lembrar, que a mistura ternária apresenta cor avermelhada, o que a torna facilmente identificável pelo público.

Um outro dado importante é que a presença de etanol na mistura ternária diminui o potencial tóxico do metanol, uma vez que o etanol retarda a metabolização do metanol, reduzindo a formação de seus metabólitos tóxicos (aldeído fórmico e ácido fórmico). Este fato é particularmente relevante, quando se sabe que as intoxicações e efeitos adversos do metanol têm a sua gravidade mediada pelos acúmulos dos seus produtos metabólitos. Isto significa que este retardo de metabolização do metanol favorece a sua eliminação do organismo pelos pulmões e rins.

Um outro fato de destaque é que o metanol e o etanol não são substâncias cancerígenas, ao contrário da gasolina e do óleo diesel. O potencial carcinogênico dos combustíveis derivados do petróleo deve-se, basicamente, à presença de hidrocarbonetos, principalmente os aromáticos, na sua composição.

O metanol e o etanol são absorvidos rapidamente pela pele (o metanol mais rapidamente), sendo necessário que se evite a manipulação direta dos combustíveis sem proteção adequada. Recomenda-se o uso de luvas impermeáveis, de Neoprene ou material similar. As lesões inflamatórias locais pela absorção cutânea de álcoois são de pequena monta quando comparadas com aquelas provocadas pela gasolina.

A gasolina e o diesel tem absorção cutânea menor do que a do metanol. No entanto as suas propriedades inflamatórias locais são mais acentuadas, provocando alterações da epiderme, como dermatites e eczemas. Desta forma, a manipulação de combustíveis

derivados de petróleo deve também ser feita com proteção adequada de forma a evitar a interação direta entre combustíveis e a pele.

No caso da inalação de vapores, sabe-se que a exposição aos vapores de gasolina pode causar diversos efeitos sobre a saúde, seja em altas concentrações, de forma esporádica, ou em baixas concentrações, de forma contínua. Exposições a altas concentrações são raras, mas podem ocorrer, especialmente em casos de inalação intencional dos vapores com fins alucinógenos. Há inclusive registros de morte, como a que resultou de exposição por cinco minutos a uma concentração de 5000 ppm. Os efeitos de exposição prolongada em atividades ocupacionais são pouco estudados. Entretanto, diversos efeitos tóxicos, danos pulmonares primários e evidências de aumento de risco de câncer (fígado, estômago, sistema respiratório, pele e tecidos linfáticos/ hematopoiéticos) têm sido observados quando da inalação crônica de vapores de gasolina.

Com relação aos vapores de metanol, estima-se que nas piores condições de evaporação (ambiente fechado e sem ventilação durante esforço físico (aumento da ventilação alveolar) e uma concentração ambiente de metanol igual a 200 mg/m³ (154 ppm), a exposição de um indivíduo, por 15 minutos, resultaria em uma dose total de 0,6 mg/kg, cerca de 500 vezes inferior à dose capaz de provocar alguma alteração clínica. Este dado é significativo, ainda mais se comparado aos níveis de ingestão média de metanol em indivíduos que fazem uso do adoçante aspartame na dieta e que chegam, desta maneira, a ter em seu organismo cerca de 0,3 a 1,1 mg/kg de metanol. É fato conhecido que cerca de 10% da massa ingerida de aspartame transforma-se, após metabolização no tubo digestivo, em metanol.

A presença de hidrocarbonetos na gasolina faz com que seus vapores sejam carcinogênicos e também mais tóxicos do que o metanol.

Experimentos efetuados com ratos, no Laboratório da Poluição Atmosférica Experimental da Faculdade de Medicina da USP, mostraram que vapores de etanol e metanol possuem toxicidade similar, e são significativamente menos tóxicos que vapores de gasolina. Os resultados obtidos na Universidade de São Paulo, encontram respaldo em estudos realizados em outros centros. Experimentos realizados pela Celanese Corporation, de Nova Iorque, demonstram que macacos submetidos à concentração de até 5000 ppm de metanol, em um regime de 6 horas por dia e 5 dias por semana, por 4 semanas consecutivas, não apresentam alterações detectáveis na sua saúde. Estes dados são importantes quando comparados com aqueles referentes à inalação de vapores de gasolina, que demonstram que a inalação de 2000 ppm deste combustível durante 1 hora, promove significativa irritação das mucosas em indivíduos da espécie humana.

Uma comparação das taxas de toxicidade do metanol, do benzeno e da gasolina pode ser obtida da literatura (Chemical Rubber Company) (tabela 4):

Tabela 4 - Toxicidade comparativa do metanol, benzeno e gasolina

Combustível	Contato c/olhos	Inalação	Penetração na pele	Irritação na pele	Ingestão
Metanol	2	2	2	1	1
Benzeno	2	4	2	2	2
Gasolina	(2)	(3)	(3)	(1)	(2)

A escala usada varia de 1 (pouca) até 5 (extrema toxicidade). A presença do parêntese () significa que os dados são estimados para uma composição média da gasolina, que varia de país para país.

O agrupamento populacional passível de maior exposição aos vapores de metanol seria o dos frentistas dos postos de abastecimentos e dos profissionais das oficinas mecânicas.

Estudos da EPA indicam que, para um abastecimento normal de metanol puro, com duração de 3 a 4 minutos, resulta em uma exposição de 33 a 50 mg/m³ de metanol (25 a 38,5 ppm), junto ao veículo que está sendo abastecido.

Tomando estes dados por base e, considerando que, somente um terço da massa da mistura ternária combustível é composta por metanol, pode-se numa primeira aproximação, inferir que o abastecimento de um veículo resulta numa exposição de 17 mg/m³ (13 ppm). Este nível de exposição é doze vezes menor que o limite de exposição ocupacional vigente no país, ou seja, 150 ppm.

CONCLUSÕES

Considerando-se as informações disponíveis sobre a utilização de metanol como combustível veicular, bem como, analisando-se o contexto de sua possível utilização no Brasil, ou seja, em misturas de etanol com teores máximos de 33% de metanol e 7% de gasolina, pode-se estabelecer as seguintes conclusões:

- 1) sob o ponto de vista da poluição do ar, a utilização da mistura ternária 60% etanol - 33% metanol - 7% gasolina apresenta as seguintes características, em comparação à

utilização do etanol hidratado:

- a) emissão equivalente de poluentes pelo tubo de escapamento do veículo;
- b) aumento na emissão de vapores de combustível durante as fases de manipulação, transporte, abastecimento e uso da mistura ternária.

Considerando-se as características qualitativas e quantitativas dos poluentes emitidos, acredita-se não haver impacto negativo significativo sobre a qualidade do ar. É até possível que, dependendo das características de uma dada região, do perfil da frota local circulante, das condições de tráfego etc., ocorra um impacto positivo, ou seja, melhoria da qualidade do ar;

- 2) considerando-se a possibilidade de ocorrência de poluição das águas e do solo por derramamentos acidentais durante o transporte, transferência e estocagem do metanol puro ou em forma de mistura, pode-se afirmar que os eventuais impactos negativos serão de menor magnitude do que os provocados por combustíveis derivados de petróleo;
- 3) considerando-se a possibilidade de ocorrência de incêndios ou explosões acidentais durante o transporte, transferência e estocagem do metanol puro ou em forma de mistura, pode-se afirmar que os riscos envolvidos são equivalentes aos verificados para combustíveis derivados de petróleo e etanol;
- 4) devido às características físico-químicas da mistura ternária, não haverá, de modo geral, necessidade de regulação e/ou transformação dos motores que equipam a frota a álcool ora em uso, constituindo-se este fato num aspecto positivo e importante do uso deste combustível;
- 5) do ponto de vista de saúde pública, a adoção do metanol é positiva, pois evita ou minimiza o desabastecimento de álcool, fato que desestimula a reconversão de motores a álcool para gasolina, a substituição do álcool anidro pela adição de álcool à gasolina por combustível do tipo "Premium" e a eventual necessidade de adição de chumbo tetraetila à gasolina. Estes fatores constituem-se em sério prejuízo à precária qualidade do ar de nossos grandes centros urbanos, com efeitos adversos sobre a saúde da população, uma vez que os gases e vapores da emissão dos motores a gasolina são mais poluidores do que aqueles emitidos pelos motores movidos com a mistura ternária ou etanol. Além destes aspectos, deve-se considerar que a mistura ternária não irá alterar o perfil atual das emissões da frota veicular, como referido no item destas conclusões, o que, em princípio, pode ser encarado como aspecto positivo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MOREIRA, J.R., SALDIVA, P.H.N., SZWZARC, A. Estudo do impacto no meio ambiente - o uso do metanol como combustível, São Paulo, 1990.

C:\DEV\IMP-MIST.WS2
AS/mho/DEV/07/05/90



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE NORMAS E PADRÕES AMBIENTAIS

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL E PADRÕES

DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR

SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR

MEDIÇÕES DE ÁLCOOIS E ALDEÍDOS

NA ATMOSFERA DE SÃO PAULO

São Paulo
Novembro/90

RESUMO

Em função do início do uso do metanol como combustível automotivo, foram realizadas medições especiais de metanol, formaldeído, etanol e acetaldeído na atmosfera. Foram ainda verificadas as diferenças entre os níveis de monóxido de carbono e ozônio entre os três últimos anos, e concluiu-se que:

O metanol foi detectado em 12,8% das amostras coletadas na estação de Cerqueira Cesar, estação que sofre a maior influência de tráfego na Grande S. Paulo. Quando detectado, o metanol apresentou níveis de cerca de 10% dos valores de referência da SAE.

As concentrações de formaldeído se apresentaram nos mesmos níveis de anos anteriores.

O etanol e acetaldeído se apresentaram em níveis maiores mas possuem menor toxicidade que os respectivos metanol e formaldeído, (não são conhecidos níveis de referência ambiental para etanol e acetaldeído).

O monóxido de carbono no inverno de 1990 se apresentou numa situação intermediária entre 1988 e 1989.

O ozônio, no inverno de 1990, teve um comportamento aproximadamente igual ao do mesmo período de 1988 e 1989. Ressalte-se que este poluente se manifesta principalmente no período primavera-verão e portanto uma melhor análise só poderá ser realizada em março de 1991.

MEDIÇÕES DE ALCÓOIS E ALDEIDOS NA ATMOSFERA DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO.

O início do uso de metanol na mistura combustível para veículos movidos a "alcool" trouxe preocupações quanto à possível contaminação atmosférica causada por este novo componente. A CETESB programou então um estudo que viesse a quantificar não apenas o metanol atmosférico mas também averiguar as concentrações de formaldeído, um produto da queima parcial do metanol. Tal estudo teve como objetivo principal a quantificação destes poluentes potencialmente tóxicos e portanto tanto o planejamento de amostragem bem como a interpretação dos dados sempre irão se referir aos níveis encontrados em relação ao seu significado higiênico.

A decisão para o uso do metanol combustível foi efetuada de forma relativamente rápida, sendo que nosso laboratório não possuía metodologia devidamente testada para as medições do referido componente. O mesmo não se pode dizer do formaldeído, substância importante na poluição causada por veículos automotores movidos a alcool ou a gasolina. Neste caso já possuíamos metodologia adequada, inclusive já tendo efetuado estudos anteriormente.

Apesar do uso do etanol ter iniciado há vários anos, devido a baixa toxicidade deste componente não tinham sido efetuadas medições tanto de etanol como de seu "parente" acetaldeído. Até

por razões de metodologia, no atual estudo foi possível pela primeira vez fazer uma quantificação destes componentes na atmosfera.

Pretendeu-se com o presente estudo, a quantificação dos teores dos poluentes em questão em situações adversas à boa dispersão dos poluentes. Dessa forma, caso fossem observadas baixas concentrações em períodos desfavoráveis, poder-se-ia inferir que em situações favoráveis os teores seriam de pouco significado higiênico. Ao contrário, se altas concentrações fossem observadas, os planos de amostragem deveriam ser refeitos para que se pudesse ter um quadro mais amplo da situação.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO.

2.1. Metodos de coleta e análise.

2.1.1. Metanol e Etanol.

O método de coleta e análise do metanol e do etanol presentes na atmosfera foi inicialmente o da adsorção em sílica gel com posterior dessorção em água e análise por cromatografia em fase gasosa, método usualmente utilizado para a quantificação de álcoois em ambiente de trabalho. Logo no início do estudo, procurou-se certificar a metodologia adotada e percebeu-se que em situações de alta umidade relativa, a coleta não se dava de forma quantitativa. Alterou-se então a forma de coleta para borbulhamento direto em água. O novo procedimento foi adotado apenas após

sua certificação com atmosferas padrão .

2.1.2. Formaldeído e Acetaldeído.

Na da avaliação dos aldeídos, a coleta foi feita em colunas tipo "SEP-PACK" impregnadas com dinitro-fenilhidrazina, com eluição posterior com acetonitrila seguida de análise por cromatografia líquida de alta resolução.

2.2. Locais de Amostragem.

A escolha das estações se deu em função de facilidade de instalação de equipamentos e principalmente da existência de alto volume de tráfego no local. Assim foram localizadas as estações seguintes em:

- Carqueira Cesar - Av. Dr. Arnaldo nº 725

Faculdade de Saúde Pública da USP.

- Moóca - Rua Bresser nº 2341

Administração Regional da Moóca.

2.3. Planejamento da amostragem.

Seguindo-se sempre o critério de amostrar apenas em dias desfavoráveis à dispersão de poluentes, foram excluídas amostragens em fins de semana e dias chuvosos.

Utilizou-se em todas as amostragens um amostrador tipo "Sequencial" de forma que pudessem ser obtidas amostras ininterruptas e sequenciais a cada duas horas.

3. DADOS OBTIDOS.

Os dados obtidos são apresentados nos anexos de acordo com o seguinte esquema:

Anexo 1	Etanol e Metanol - Moóca.
Anexo 2	Acetaldeído e Formaldeído - Moóca.
Anexo 3	Etanol e Metanol - Carqueira Cesar.
Anexo 4	Formaldeído e Acetaldeído - Carqueira Cesar.
Anexo 5	Etanol e Metanol - Tunel 9 de Julho.
Anexo 6	Formaldeído e Acetaldeído - Tunel 9 de Julho.
Anexo 7	Outras medições

4. ANÁLISE DOS DADOS.

Nesta análise de dados, procura-se verificar se os níveis encontrados são preocupantes em termos da saúde da população, que é o objetivo primeiro deste trabalho. Este esclarecimento inicial se faz importante pois outras análises poderiam ser efetuadas, por exemplo, objetivando-se verificar qual o papel que os componentes em questão exercem no ciclo fotoquímico. Esta segunda questão será abordada de forma menos detalhada em virtude da disponibilidade dos dados. O presente estudo tem como importante

característica a criação de uma base de dados que permitirá que se acompanhe através do tempo, a evolução do comportamento destes novos componentes atmosféricos.

4.1. Níveis de referência.

A literatura sobre níveis seguros de metanol e formaldeído é bastante escassa. No que diz respeito ao metanol, tal fato provavelmente se explique dado ao seu quase inexistente uso como combustível em larga escala. Em trabalho publicado pela SAE¹ encontraram-se alguns níveis de referência tanto para formaldeído como para metanol que, se por um lado não podem ser considerados padrões adotados por qualquer país, por outro servem como referências básicas para comparação com os valores encontrados em S. Paulo. Uma copia do quadro apresentada pela SAE é reproduzida no quadro I.

Quadro I - Níveis de referência publicados pela SAE.

	Limite Inferior	Limite Intermediário	Limite Superior
METANOL (ppm)	3,44	38,2	198,6
FORMALDEÍDO (ppb)	23	120	815

O limite superior refere-se aos valores ocupacionais e por isso não pode ser levado em conta em termos ambientais. O limite intermediário se apresenta como "limite de preocupação ambiental". Valores menores que o limite inferior estão compreendidos na faixa onde não se tem evidências de efeitos fisiológicos adversos. Não fica claro no artigo da SAE, a quais tempos de ex-

posição se referem tais níveis. Procurou-se então adotar os critérios mais rígidos dentro das informações disponíveis, tomando como valores de comparação para metanol 3,44 ppm e para formaldeído 23ppb, ambos para exposições de duas horas, que corresponde ao tempo de coleta de nossas amostras.

No caso do etanol e acetaldeído, a literatura chega ainda a ser mais escassa do que no caso do metanol e formaldeído. Isso provavelmente ocorre devido ao fato de o etanol ser usado como combustível em larga escala apenas no Brasil, e também porque tanto o etanol como o acetaldeído serem produtos bem menos tóxicos que seus correspondentes metanol e formaldeído. Para se ter uma idéia destas diferenças de toxicidade são apresentadas no quadro II os limites de tolerância (TLV) para tais componentes em ambiente de trabalho.

Quadro II - Limites de Tolerância em Ambiente de Trabalho.

	Metanol	Etanol	Formaldeído	Acetaldeído
TLV	200	1.000	1,0	100
	ppm	ppm	ppm	ppm

4.2. Metanol e Etanol.

Durante todo o estudo raras vezes foi verificada a presença de metanol na atmosfera em níveis superiores ao limite de detecção do método. O limite de detecção (L.D.) no caso do metanol, é de 0,15ppm, bastante razoável visto que corresponde a valores cerca de 1/10 da referencia da SAE. Já para o etanol o L.D. é de 0.08ppm.

Um resumo das principais observações do estudo é apresentado nos quadros III e IV.

Quadro III. Principais observações do estudo de alcoóis.
Cerqueira Cesar

	Nº de amostras	Nº de detecções	% de detecção	1º máximo	2º máximo
Metanol	86	11	12,8%	0,42 ppm	0,34 ppm
Etanol	36	71	82,6%	2,26 ppm	1,55 ppm

Quadro IV. Principais observações do estudo de alcoóis.
Moóca

	Nº de amostras	Nº de detecções	% de detecção	1º máximo	2º máximo
Metanol	24	zero	zero%	L.D.	L.D.
Etanol	24	5	20,8%	0,31 ppm	0,30 ppm

L.D. = valores abaixo do limite de detecção do método.

A análise dos dados resumidos nas tabelas anteriores mostra que o metanol se apresentou apenas em 12,8% das amostras coletadas em Cerqueira Cesar e em momento algum foi detectado na Moóca. Nas poucas vezes em que foi possível detectar o metanol, sua presença não parece ser motivo de preocupação à nível de saúde pública, se forem considerados válidos os níveis de referência da SAE. Os valores máximos observados de 0,42ppm são cerca de 10% da referência da SAE de 3,44ppm.

Não parece razoável que os valores de concentração de etanol observados sejam motivos de preocupação em termos de saúde

pública. Esta afirmação se baseia nas diferenças de toxicidade entre metanol e etanol apresentadas no quadro II e os valores máximos descritos nos quadros III e IV.

Uma observação importante em termos dos alcoóis é a variação temporal das concentrações, uma vez que esta variação pode fornecer algumas indicações em termos dos comportamento fotoquímico destes componentes. Apesar de que este tipo de análise necessitar um número maior de dados, e portanto o presente estudo não permitir qualquer conclusão, apenas como registro das primeiras observações, é apresentado na figura I a variação temporal observada nos dias 26-27/04/90. Tal dia foi escolhido por representar o comportamento médio de todas as medições efetuadas. A única observação possível neste estudo é a de que o etanol se apresenta com dois picos diários correspondentes aos horários de pico de trânsito ou seja, um pico matutino entre 04 e 08 horas, e um pico vespertino entre 16 e 20 horas.

4.3. Formaldeído e Acetaldeído.

Os aldeídos são compostos que requerem uma cuidadosa análise visto estarem presentes na atmosfera não apenas por emissão direta mas também se formarem como produtos de reações fotoquímicas. O formaldeído tem sido estudado em várias partes do mundo, inclusive aqui na Cetesb, mesmo antes de se utilizar o metanol como combustível automotivo. Isto ocorre devido a sua potencial carcinogenicidade e tendo em vista que ele se forma na atmosfera como produto da reação fotoquímica que envolve combustí-

veis não queimados emitidos por veículos movidos por qualquer combustível. Dessa forma nossa análise, ao contrário do metanol, não pode se restringir a uma comparação com níveis de referência mas também comparar as concentrações encontradas após o início do uso do metanol com concentrações encontradas anteriormente.

Um resumo das principais observações do estudo de aldeídos é apresentado nos quadros V e VI.

Quadro V. Principais observações do estudo de aldeídos
Cerqueira Cesar - 1990

	Nº de amostras	Nº de detecções	% de detecção	1º máximo	2º máximo
Formaldeído	50	50	100%	27 ppb	23 ppb
Acetaldeído	50	50	100%	47 ppb	45 ppb

Quadro VI. Principais observações do estudo de aldeídos
Moóca - 1990

	Nº de amostras	Nº de detecções	% de detecção	1º máximo	2º máximo
Formaldeído	12	12	100%	17 ppb	12 ppb
Acetaldeído	12	12	100%	26 ppb	24 ppb

Pode-se observar nos dois quadros anteriores que em todas as amostras foram detectados tanto o formaldeído como o acetaldeído, na Moóca assim como em Cerqueira Cesar. Considerando-se os níveis de referência da SAE para formaldeído (23ppb), verifica-se que em Cerqueira Cesar tais níveis são levemente ultrapassados (máximo de 27ppb). Já na Moóca os valores são mais baixos, em

que pese o pequeno número de amostras disponíveis. Teores de aldeídos mais altos em Carqueira Cesar e mais baixos na Moóca são absolutamente coerentes com os teores de metanol e etanol encontrados em tais locais. De uma forma geral podemos afirmar que os máximos teores de formaldeído se encontram na ordem de grandeza da referência da SAE.

Sendo um dos objetivos deste estudo verificar que alterações atmosféricas ocorreram com o início do uso do metanol, e tendo em vista que os aldeídos se formam na atmosfera como produto de reações fotoquímicas, foi também efetuada uma comparação entre os dados agora obtidos com os obtidos em 1986, sendo estes últimos apresentados de forma resumida na tabela VII. Dados obtidos em Congonhas em 1989 são apresentados na tabela VIIa.

Quadro VII. Principais observações do estudo de formaldeído 1986

Formaldeído	Nº de amostras	Nº de detecções	% de detecção	1º máximo	2º máximo
Pq. Correio	34	34	100%	59 ppb	54 ppb
Moóca	36	36	100%	17 ppb	11 ppb

Quadro VIIa. Principais observações do estudo de aldeídos Congonhas - 1989

Congonhas	Nº de amostras	Nº de detecções	% de detecção	1º máximo	2º máximo
Formaldeído	24	17	70,8%	25 ppb	18 ppb
Acetaldeído	24	23	95,8%	37 ppb	35 ppb

Analisando-se os valores de formaldeído tabelados nos qua-

dros V, VI, VII e VIIa, verifica-se que os teores observados na Moóca em 1990 estão na mesma ordem de grandeza dos encontrados em 1986. Já os dados de Carqueira Cesar de 1990 se equivalem aos obtidos em Congonhas em 1989 e são menores que os encontrados na Praga do Correio em 1986.

Das observações acima pode-se concluir que na estação onde efetuaram-se medições antes e após o uso do metanol (Moóca), não ocorreram alterações profundas em termos de concentrações de formaldeído, o que sugere que o uso do metanol nas condições que ocorrem, não é fator de preocupação.

A estação P. do Correio não pôde servir de base de dados de estação com alta influência de tráfego pois profundas modificações ali ocorreram nos dois últimos anos. Nesta área, hoje é restrito o número de ruas onde trafegam veículos de qualquer espécie. Utilizou-se então, a estação de Carqueira Cesar como a que mais sofre influência de trânsito. Nesta última estação observou-se que os níveis máximos são cerca de 50% menores dos então observados no Correio.

Dessa forma, se for considerado o valor de referência da SAE de 23ppb, problemas de altas concentrações de formaldeído já ocorriam na atmosfera de áreas de alto tráfego, mesmo antes da utilização do metanol/combustível. Tal observação pode não ser surpreendente pois de acordo com Lloyd², a reatividade do metanol é cerca de 80% menor que a da mistura emitida pela combustão da gasolina e isso leva a uma melhoria da qualidade do ar, pois parte

significativa do formaldeído atmosférico provém das reações foto-químicas.

4.4. Monóxido de Carbono e Ozônio.

Outros indicadores de qualidade do ar devem ser analisados neste estudo uma vez que podem ser influenciados pela mudança de combustível.

Inicialmente verificamos o comportamento do monóxido de carbono com o auxílio do quadro VIII.

Quadro VIII. Comportamento do Monóxido de Carbono em 1988 - 1989 - 1990 (apenas inverno)

Local	PQAR			Médias Aritméticas		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
Congonhas	67	9	31	9,3	6,5	8,6
C. Cesar	52	27	40	7,8	7,1	8,5

PQAR = Número de ultrapassagens do Padrão de Qualidade do Ar
Médias Aritméticas = das máximas diárias de 8 horas

O quadro VIII é bastante ilustrativo das dificuldades de interpretação dos dados de qualidade do ar. Comparando-se apenas os anos de 1989 e 1990, verifica-se que ocorreu um aumento tanto de ultrapassagens de padrão como das médias aritméticas das concentrações de monóxido de carbono no último ano. Tal comportamento é perfeitamente coerente com o fato de que com a falta de "alcool" combustível, este deixou de ser utilizado na proporção de 22% na mistura da gasolina, aumentando portanto as emissões de monóxido de carbono. Tal argumento, no entanto, cai por terra

quando se verifica também os dados de 1989. Em tal ano havia a mistura de "alcool" à gasolina, com conseqüente menor emissão de monóxido de carbono e no entanto, foi quando foram observados os maiores níveis de tal poluente. É importante frizar que outros fatores, que não apenas emissão, interferem na qualidade do ar, citando-se entre eles a intensidade do uso dos veículos (que se altera também em função de crises econômicas) e aspectos meteorológicos. Obviamente uma análise fria dos dados de qualidade do ar, nestas condições, indica apenas a que níveis de poluição está exposta a população e contribui apenas de forma qualitativa na elucidação do impacto que o uso do metanol tem na qualidade do ar. Dentro de uma análise qualitativa pode-se afirmar que os níveis de monóxido de carbono não foram substancialmente alterados como conseqüência do uso do metanol.

A análise do comportamento do ozônio é efetuada com o auxílio do quadro IX, que apresenta o resumo das observações dos tres últimos anos.

Quadro IX. Comportamento do Ozônio em
1988 - 1989 - 1990 (apenas inverno)

Local	POAR			Médias Aritméticas		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
Congonhas	4	4	8	51	64	62
Lapa	1	11	9	43	72	76
Moóca	21	5	12	77	80	78
D. Pedro	zero	2	zero	36	65	34

POAR = Número de ultrapassagens do Padrão de Qualidade do Ar.
Médias Aritméticas = das máximas diárias de 1 hora.

A situação neste caso é bastante similar à do monóxido de

A N E X O S

Medições de Metanol e Etanol - Mooca

DATA: 02-04-90				DATA: 26/27-04-90			
HORA:	METANOL	ETANOL		HORA:	METANOL	ETANOL	
	ppm	ppm			ppm	ppm	
14:00-16:00	L.D.	L.D.		14:00-16:00	L.D.	L.D.	
16:00-18:00	L.D.	L.D.		16:00-18:00	L.D.	L.D.	
18:00-20:00	L.D.	L.D.		18:00-20:00	L.D.	0,18	
20:00-22:00	L.D.	0,22		20:00-22:00	L.D.	0,20	
22:00-24:00	L.D.	0,31		22:00-24:00	L.D.	L.D.	
24:00-02:00	L.D.	0,30		24:00-02:00	L.D.	L.D.	
02:00-04:00	L.D.	L.D.		02:00-04:00	L.D.	L.D.	
04:00-06:00	L.D.	L.D.		04:00-06:00	L.D.	L.D.	
06:00-08:00	L.D.	L.D.		06:00-08:00	L.D.	L.D.	
08:00-10:00	L.D.	L.D.		08:00-10:00	L.D.	L.D.	
10:00-12:00	L.D.	L.D.		10:00-12:00	L.D.	L.D.	
12:00-14:00	L.D.	L.D.		12:00-14:00	L.D.	L.D.	

ANEXO II

ALDEIDOE - Moóca

02-03/04/90			
PERIODO	FRR pps	ACE pps	ACE/FRR
12-14	9	12	1.3
14-16	9	14	1.6
16-18	9	14	1.6
18-20	12	19	1.6
20-22	17	24	1.4
22-24	12	21	1.8
00-02	9	12	1.3
02-04	9	11	1.2
04-06	4	11	2.7
06-08	4	12	3.0
08-10	9	19	2.1
10-12	9	15	1.7
			media=

ANEXO 03

METANOL E ETANOL - CERQUEIRA CESAR

DATA: 09-03-90		
HORA	METANOL	ETANOL
	ppm	ppm
07:30-09:30	L.D.	1,9
11:30-13:00	L.D.	1,7

DATA: 12-03-90		
HORA	METANOL	ETANOL
	ppm	ppm
15:00-18:00	L.D.	0,19
18:00-20:00	L.D.	0,25
20:00-22:00	L.D.	0,40

DATA: 02-04-90		
HORA	METANOL	ETANOL
	ppm	ppm
14:00-16:00	L.D.	0,71
16:00-18:00	L.D.	0,49
18:00-20:00	L.D.	0,42
20:00-22:00	L.D.	0,33
22:00-24:00	L.D.	0,27
24:00-02:00	L.D.	L.D.
02:00-04:00	L.D.	L.D.
04:00-06:00	L.D.	L.D.
06:00-08:00	L.D.	L.D.
08:00-10:00	L.D.	0,23
10:00-12:00	L.D.	0,34

DATA: 16/27-04-90		
HORA	METANOL	ETANOL
	ppm	ppm
15:00-18:00	L.D.	0,26
18:00-19:00	L.D.	0,24
19:00-20:00	L.D.	0,33
20:00-22:00	L.D.	0,52
22:00-24:00	L.D.	0,39
24:00-02:00	L.D.	0,18
02:00-04:00	L.D.	L.D.
04:00-06:00	L.D.	L.D.
06:00-08:00	L.D.	0,37
08:00-10:00	L.D.	0,30
10:00-12:00	L.D.	0,32
12:00-14:00	L.D.	0,25

DATA: 24/25-05-90		
HORA	METANOL	ETANOL
	ppm	ppm
14:00-16:00	L.D.	0,38
16:00-18:00	L.D.	0,39
18:00-20:00	L.D.	L.D.
20:00-22:00	L.D.	0,49
22:00-24:00	L.D.	0,48
24:00-02:00	L.D.	0,25
02:00-04:00	L.D.	L.D.
04:00-06:00	L.D.	L.D.
06:00-08:00	L.D.	0,50
08:00-10:00	L.D.	0,93
10:00-12:00	L.D.	0,38
12:00-14:00	L.D.	0,27

DATA: 8-9/8/90				ag
HORA	METANOL ppm	ETANOL ppm	%MET	
10:00-12:00	0,36	0,40	47,4	
12:00-14:00	L.D.	0,28	-	
14:00-16:00	L.D.	0,32	-	
16:00-18:00	L.D.	0,22	-	
18:00-20:00	L.D.	0,36	-	
20:00-22:00	L.D.	1,46	-	
22:00-24:00	L.D.	0,50	-	
00:00-02:00	L.D.	0,38	-	
02:00-04:00	L.D.	L.D.	-	
04:00-06:00	L.D.	L.D.	-	
06:00-08:00	0,38	0,71	74,9	
08:00-10:00	0,42	0,34	17,9	
			Média=	
			25,4	

DATA: 14-15/08/90				ag
HORA	METANOL ppm	ETANOL ppm	%MET	
10:25-12:25	0,23	0,45	33,3	
12:25-14:25	L.D.	0,36	-	
14:25-16:25	L.D.	0,39	-	
16:25-18:25	L.D.	0,63	-	
18:25-20:25	0,32	1,17	21,6	
20:25-22:25	0,32	0,68	22,0	
22:25-04:25	L.D.	0,12	-	
00:25-02:25	L.D.	L.D.	-	
02:25-04:25	L.D.	L.D.	-	
04:25-06:25	L.D.	L.D.	-	
06:25-08:25	0,42	1,55	21,7	
08:25-10:25	0,27	0,94	22,5	
			Média=	
			22,1	

DATA: 16-17/08/90				ag
ONDOVEU				
HORA	METANOL ppm	ETANOL ppm	%	
11:45-13:45	L.D.	0,41	-	
13:45-15:45	L.D.	0,38	-	
15:45-17:45	L.D.	0,50	-	
17:45-19:45	L.D.	0,45	-	
19:45-21:45	L.D.	0,39	-	
21:45-23:45	L.D.	0,34	-	
23:45-01:45	L.D.	0,10	-	
01:45-03:45	L.D.	0,10	-	
03:45-05:45	L.D.	L.D.	-	
05:45-07:45	L.D.	0,11	-	
07:45-09:45	L.D.	0,13	-	
09:45-11:45	L.D.	0,24	-	
			Média=	
			23,4	

DATA: 11-12/08/90				ag
HORA	METANOL ppm	ETANOL ppm	%MET	
12:00-14:00	L.D.	0,21	-	
14:00-16:00	L.D.	0,28	-	
16:00-18:00	L.D.	0,54	-	
18:00-20:00	0,31	0,33	27,0	
20:00-22:00	0,24	0,96	20,1	
22:00-24:00	0,34	0,91	27,2	
00:00-02:00	L.D.	0,76	-	
02:00-04:00	L.D.	0,21	-	
04:00-06:00	L.D.	0,08	-	
06:00-08:00	L.D.	0,74	-	
08:00-10:00	L.D.	0,94	-	
10:00-12:00	L.D.	0,29	-	
			Média=	
			23,4	

ANEXO 4

ALDEIOS - CERQUEIRA CEAR

12-13/03/90				02-03/04/90			
PERIODO	FOR	ACE	ACE/FOR	PERIODO	FOR	ACE	ACE/FOR
	ppb	ppb			ppb	ppb	
16:00-18:00	14	29	2.1	12:00-14:00	10	16	1.7
18:00-20:00	19	31	1.7	14:00-16:00	13	17	1.3
20:00-22:00	25	45	1.8	16:00-18:00	19	21	1.1
22:00-24:00	25	47	1.8	18:00-20:00	14	17	1.2
00:00-02:00	19	34	1.8	20:00-22:00	14	21	1.5
02:00-04:00	12	16	0.9	22:00-24:00	14	21	1.5
04:00-06:00	17	17	1.3	00:00-02:00	9	6	0.6
06:00-08:00	22	27	1.7	02:00-04:00	4	2	0.2
08:00-10:00	41	47	1.1	04:00-06:00	1	1	1.0
10:00-12:00	20	28	1.4	06:00-08:00	4	17	4.2
12:00-14:00	14	22	1.5	08:00-10:00	6	22	3.7
				10:00-12:00	12	24	2.0
		media=				media=	
		1.8				1.9	

08-09/08/90				CHOVEU			
PERIODO	FOR	ACE	ACE/FOR	PERIODO	FOR	ACE	ACE/FOR
	ppb	ppb			ppb	ppb	
10:00-12:00	21	35	1.6	12:00-14:00	13	15	1.1
12:00-14:00	22	32	1.4	14:00-16:00	25	20	0.8
14:00-16:00	23	34	1.4	16:00-18:00	22	24	1.1
16:00-18:00	19	16	0.9	18:00-20:00	17	19	1.1
20:00-22:00	20	21	1.0	20:00-22:00	17	16	1.0
00:00-02:00	14	26	1.8	22:00-24:00	17	16	1.0
		media=		00:00-02:00	9	6	0.6
		1.3		02:00-04:00	4	4	1.0
				04:00-06:00	8	4	0.3
				06:00-08:00	15	9	0.5
				08:00-10:00	19	10	0.5
				10:00-12:00	16	9	0.5
						media=	
						0.7	

11-12/09/90

PERIODO	FOR ppb	AGE ppb	AGE/FOR
12:00-14:00	16	17	1.1
14:00-16:00	15	17	1.1
16:00-20:00	25	39	1.6
22:00-24:00	27	44	1.6
00:00-02:00	23	32	1.4
02:00-04:00	10	10	1.0
04:00-06:00	12	6	0.5
06:00-08:00	13	17	1.4
08:00-10:00	24	34	1.4
10:00-12:00	25	15	0.6
		media=	1.2

11-12/09/90

ANEXO 12

TUNEL 9 DE CULHO - 23/08/90

PERIODO	METANOL ppm	ETANOL ppm	%MET
10:00-10:30	0,32	1,44	18,3
10:45-11:15	0,27	1,19	18,5
11:17-11:47	0,17	1,08	13,8
11:50-12:15	0,18	1,39	11,3
12:20-12:45	0,25	1,37	15,5
		Média=	15,5

ANEXO 7

SARAGEM DETECC

DATA	PERIODO	FOR ppb	ACE ppb	ACE/FOR
13/03/90	16:30-19:30	74	191	2.6

PRAGA ROQUETE TINTO

DATA	PERIODO	FOR ppb	ACE ppb	ACE/FOR
17/06/90	15:30-16:30	17	75	4.3

ALDEIROS - CONSUMO

27-28/09/99				03-04/10/99			
PERIODO	FOR ppb	ACE ppb	ACE/FOR	PERIODO	FOR ppb	ACE ppb	ACE/FOR
19:00-18:00	17	11	2.4	10:00-12:00	8	17	2.1
18:00-20:00	14	17	2.3	12:00-14:00	8	16	2.0
20:00-22:00	11	24	2.1	14:00-16:00	8	17	2.1
22:00-24:00	10	18	-	16:00-18:00	8	17	2.1
00:00-02:00	10	7	-	18:00-20:00	7	18	2.6
02:00-04:00	10	10	-	20:00-22:00	8	21	4.3
04:00-06:00	10	5	-	22:00-24:00	8	17	2.1
06:00-08:00	14	30	2.1	00:00-02:00	10	9	-
08:00-10:00	18	30	1.7	02:00-04:00	10	8	-
10:00-12:00	6	10	1.6	04:00-06:00	10	4	-
12:00-14:00	10	18	1.8	06:00-08:00	13	12	1.7
14:00-16:00	25	37	1.5	08:00-10:00	17	15	2.0
		media=				media=	
		1.9				2.5	

ANEXO 5

ALDEIDOS - TUNEL 9 DE JULHO

DATA	PERIODO	FOR ppb	ACE ppb	ACE/FOR
17/02/90	11:30-12:30	53	59	1.1
18/01/90	09:00-10:00	58	74	1.3
	10:06-11:06	42	56	1.3
	11:20-12:20	46	39	0.9
				média=1,2
19/01/90	08:47-09:47	44	54	1.2
	09:52-10:52	46	54	1.2
	10:57-11:57	74	37	0.7
				média=1,1
	BREVE DE ONIBUS			
01/02/90	09:15-10:15	42	55	1.3
	10:23-11:23	71	70	2.3
	11:29-12:20	56	86	1.5
	12:35-13:35	40	61	1.5
	13:49-14:40	42	74	1.8
				média=1,7
22/02/90	09:36-10:36	71	97	0.8
	10:47-11:47	39	84	0.9
	11:57-12:57	111	97	0.9
	13:05-14:05	107	105	1.0
	14:12-15:12	73	132	1.9
				média=1,5
07/05/90	10:00-11:00	21	59	2.8
	11:00-12:00	32	41	1.3
	12:00-13:00	72	49	1.5
	13:00-14:00	51	57	1.1
	14:00-15:00	58	56	1.0
				média=1,5
06/06/90	09:34-09:49	79	68	1.7
	09:57-10:12	33	60	1.8
	10:20-10:35	20	54	1.8
	10:40-10:55	30	57	1.9
				média=1,8
23/08/90	10:00/10:30	48	70	1.4
	10:45/11:15	28	73	2.6
	11:17/11:47	29	81	2.9
	11:51/12:11	39	55	1.4
	12:20/12:45	55	64	1.2
				média=1,9
				média geral=1.6

carbono. Não ocorreram variações na ordem de grandeza das concentrações de ozônio. Pode-se concluir que o uso de metanol, ou mesmo outras alterações que tenham ocorrido na composição dos combustíveis, não alteraram de forma significativa o comportamento médio do ozônio na atmosfera.

Convém ressaltar que os picos de ozônio ocorrem no período primavera-verão, dados obviamente ainda não disponíveis uma vez que o programa de metanol se iniciou em fevereiro. Dessa forma, uma melhor avaliação do comportamento do poluente em questão só poderá ser efetuada após o próximo verão.

4.5. Observações efetuadas em tunel.

Um conjunto de medições foram efetuadas no tunel 9 de Julho com o principal objetivo de se verificar níveis de contaminantes em condições mais controladas que na atmosfera. Obviamente em túneis, ocorre o chamado efeito pistão que acarreta ventilação forçada pela passagem dos veículos. Os valores máximos obtidos são apresentados no quadro X.

Quadro X - Valores Máximos no Tunel 9 de Julho.

	Metanol	Etanol	Formaldeído	Acetaldeído
Conc.	0,32	1,44	111	132
	ppm	ppm	ppb	ppb

No quadro X, pode-se verificar que dentro do tunel, os valores de metanol e etanol não são muito diferenciados dos encontrados na atmosfera. Já os valores de formaldeído e acetal-

deido se apresentam em níveis bem mais altos. Infelizmente os dados de aldeídos e de alcoois foram coletados em dias diferentes devido a problemas operacionais. Dessa forma se torna difícil a interpretação deste fato e a apresentação destes dados tem como finalidade documentar as primeiras medições que servirão como base de dados para futuros estudos mais detalhados.

5. CONCLUSÕES.

5.1. Observação Inicial.

Neste relatório, por facilidade de escrita e leitura, referiu-se às comparações de dados antes e depois da introdução do metanol como um dos componentes do combustível. Na realidade, a falta de "alcohol" acarretou várias alterações na composição dos combustíveis automotivos não só com a introdução de metanol mas também com a redução de etanol e em alguns casos o aumento de hidrocarbonetos aromáticos na composição da gasolina. Portanto, para uma correta compreensão deste relatório, deve-se entender que quando nos referimos ao metanol na verdade estamos nos referindo às mudanças globais que ocorreram na composição dos combustíveis automotivos.

5.2. Metanol.

O metanol se apresentou em apenas 12,8% do período estudado, em Cerqueira Cesar, estação medidora da CETESB que apresenta-se como sendo a que sofre a maior influência de tráfego na regi-

ão da Grande S. Paulo. O valor máximo observado foi de 0,42ppm, valor cerca de 10% dos níveis "seguros" publicados pela SAE. Com base nas informações disponíveis, pode-se concluir que o metanol não se apresenta como um problema de saúde pública na região de S. Paulo.

5.3. Formaldeído.

O Formaldeído se apresentou em 1990 em concentrações não superiores a de medições anteriormente realizadas em S.Paulo. Caso tais concentrações sejam inadequadas à saúde humana, as ações de controle devem se dirigir como um todo ao problema das emissões veiculares pois o uso específico do metanol não alterou fundamentalmente o quadro anterior.

5.4. Monóxido de Carbono.

Os teores de monóxido de carbono se apresentaram em 1990 numa situação intermediária entre os anos de 1988 e 1989. Ao contrário do ozônio e do formaldeído, o monóxido é um poluente primário e portanto deve-se levar em conta que o uso do metanol manteve as emissões dos veículos movidos a álcool nos mesmos níveis. Dessa forma pode-se concluir que o uso do metanol não trouxe alterações significativas na atmosfera no que tange ao CO.

5.5. Ozônio.

O ozônio em 1990 também manteve-se nos mesmos níveis de 1988 e 1989 e portanto torna-se difícil qualquer conclusão em termos da importância do metanol na participação da poluição deste poluente secundário.

6. Referências Bibliográficas

1. Harvey, Craig A. et alii, "Toxicologically Acceptable Levels of Methanol and Formaldehyde Emissions from Methanol-Fueled Vehicles" SAE Technical Paper Nº 941357, Fuels and Lubricants Meeting & Exposition, Baltimore, Maryland, October 8-11-1994.
2. Lloyd, A.C. et alii, Air Quality Management in Los Angeles: Perspectives on Past and Future Emission Control Strategies. JAPCA, 39, (696-703), 1989.

7. Equipe de Trabalho.

Claudio Darwin Alonso
Jesuino Romano
Maria Helena R. B. Martins
Maria Lucia G. Guardani
Roberto Godinho
Carlos Roberto Sachi
Hilton Barbosa Filho
Mario Negrini
Nelson Alamo Filho
Viviane Aparecida de Oliveira Ferreira

Relatório elaborado por: Claudio Darwin Alonso



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE

Centro de Vigilância Sanitária

*Levantamento de Riscos para a Saúde dos Trabalhadores em
Postos de Abastecimento e Distribuidoras de Combustível em Relação ao Metanol*

ASO-922/91

Julho/91

ARQUIVO - C/ DE JUDICIA E EXERCICIO JUDICIAL
BIBLIOTECA



1. Introdução

O presente trabalho foi elaborado em atenção à solicitação da Secretaria de Estado da Saúde, junto a Associação Brasileira para prevenção de Acidentes.

Sua finalidade foi avaliar as condições de trabalho nos Postos e Distribuidoras de combustível, no que diz respeito ao metanol presente na mistura: metanol, etanol e gasolina, "MEG".

Neste relatório apresentamos os resultados do estudo que foi realizado em duas etapas. Na primeira, as coletas de menor volume amostrado, nos permitiram verificar tanto a ordem de grandeza das concentrações de metanol nas atividades estudadas como até onde poderíamos ir sem risco de saturação do meio de coleta, em termos de volume amostrado em cada tubo de sílica-gel.

2. Metodologia

Foi adotada a metodologia convencional utilizada em Higiene do Trabalho, isto é, o reconhecimento e a avaliação do risco.

Nossa estratégia de amostragem foi baseada no National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) do governo norte americano através das publicações: "Occupational Exposure Sampling Safety Manual" e "Manual of Analytical Methods". Foi utilizada também a NR 7 da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho, para avaliação biológica (controle biológico de exposição ao metanol).

2.1. Avaliação Ambiental

Nas avaliações de metanol no ar adotamos o método 2000 do NIOSH, utilizando nas coletas tubos adsorventes de sílica gel de 700 mg para avaliação do Limite de Tolerância Média Ponderada (Time Weighted Average - TWA da American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH) e de 100 mg para períodos de curta duração (Short Term Exposure Limit - STEL da ACGIH), acoplados a coletores gravimétricos operando na vazão de 0,02 a 0,1 l/min. As análises das diversas amostras foram realizadas por cromatografia de fase gasosa no Data Chem Laboratories (Salt Lake USA).

2.2. Avaliação Biológica

Realizamos o monitoramento biológico, metanol urinário, nos trabalhadores envolvidos nas atividades ora em estudo, a fim de verificar os parâmetros biológicos para controle em caso de



exposição ao agente. Evidentemente não procuramos com isso, verificar caso de doença ocupacional, mas apenas espelhar os atuais níveis de absorção de metanol no organismo, comparando-os com o Limite de Tolerância Biológico (LTB), estabelecido.

As coletas foram realizadas no final da jornada de trabalho de acordo com o método CAS 67-56-1 da ACGIH BEI Documentation e analisadas pela técnica de cromatografia de fase gasosa por head space.

2.3. Conceitos e Definições

2.3.1. Reconhecimento dos Riscos em Potencial

O reconhecimento dos riscos potenciais inclui uma série de ações que o Higienista deve desenvolver tais como: familiarizar-se com todos os processos de uma planta ou de um local em particular, conhecer as matérias primas e substâncias utilizadas e produzidas e os produtos intermediários; verificar as fontes de contaminação do ar, as funções e rotinas de trabalho e as medidas de controle existentes.

2.3.2. Tipo de Amostragem

2.3.2.1. Em função do tempo:

- amostra única (período integral);
- amostra única (período parcial);
- amostras consecutivas (período integral);
- amostras consecutivas (período parcial);
- amostras instantâneas.

2.3.2.2. Em função do tipo de avaliação:

- ambiental / pessoal
 \ ponto fixo
- biológica.

2.3.3. Determinação da estratégia de amostragem

Deve-se considerar:

- dados da visita preliminar;
- equipamento para coleta;



- análise do material coletado;
- pessoal para coleta;
- precisão, sensibilidade e exatidão do método;
- tempo de coleta;
- número de amostras;
- tipo de amostra.

2.3.4. Avaliação do Risco

Compreende a medição da intensidade ou concentração dos agentes ambientais, seguida de comparação dos resultados com os padrões de qualidade ambiental: os denominados Limites de Tolerância (LT-TWA/STEL) ou a quantidade do agente poluidor que é absorvido por todas as vias de penetração possíveis, isto é, o "in take", que é medida através de algum fluido biológico (sangue ou urina por exemplo) ou ainda outros indicadores tais como cabelo e unhas, comparando os resultados com os Indicadores Biológicos de Exposição (IBE).

Na comparação com os padrões deve ser levado em conta:

- exposição real;
- exposição estimada;
- dose;
- efeito;
- resposta.

Exposição real: é a condição à qual o trabalhador está exposto e deveria ser medida durante toda a vida laboral, continuamente.

Exposição estimada: é uma estimativa da exposição real baseada em amostragem.

Dose: quantidade da substância que atinge um ponto sensível do organismo, num dado tempo.

Efeito: é o resultado da ação tóxica de uma substância sobre um organismo em particular.

Resposta: é a incidência de um dado efeito em uma população ou comunidade.



2.3.5. Controle

É o conjunto de procedimentos destinados a eliminar ou reduzir os agentes ambientais a valores compatíveis com a preservação da saúde e conforto do trabalhador.

2.3.6. Higiene do Trabalho (Ocupacional ou Industrial)

"A ciência e a arte do reconhecimento, avaliação e controle dos fatores ambientais que por sua natureza e intensidade podem se constituir em risco de dano à saúde do indivíduo exposto"

2.3.7. Limite de Tolerância (LT) - Threshold Limit Value (TLV) / ACGIH - Time Weighted Average (TWA)/ ACGIH.

O Limite de Tolerância (TLV-TWA) indica a concentração média ponderada para 40 horas semanais à qual praticamente todos os trabalhadores podem se expor repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde.

2.3.8. Limite de Tolerância (LT) - Threshold Limit Value (TLV) / ACGIH - Short Term Exposure Limit (STEL) / ACGIH.

Valor da concentração para exposição de curta duração (até 15 minutos) que não deve ser excedida em nenhum período da jornada e que pode ser repetida no máximo quatro vezes na jornada desde que os intervalos entre as exposições sejam superiores a 60 minutos, à qual todos os trabalhadores podem se expor sem sofrer irritação, danos crônicos ou irreversíveis nos tecidos ou narcoses.

2.3.9. Índice Biológico de Exposição - IBE

Toda e qualquer substância endógena ou exógena no organismo, cuja determinação nos fluidos biológicos, tecidos, ar exalado, avalie a intensidade da exposição ocupacional a agentes químicos.

2.3.10. Limite de Tolerância Biológico - LTB

É a alteração e/ou concentração máxima que não podem ser ultrapassados, de uma substância endógena no organismo, cuja determinação se faz nos fluidos biológicos, tecidos, ar exalado, quando da avaliação da intensidade de exposição ocupacional a agentes químicos.

2.3.11. Valor Normal

Valores encontrados em amostras populacionais sem exposição ocupacional ao agente químico.



3. Avaliações Quantitativas

3.1. Inicialmente foi fornecida pelo Sindicato dos Empregados em Postos de Serviços de Combustíveis e Derivados de Petróleo no Estado de São Paulo, uma relação de 32 postos considerados por eles como críticos.

3.2. A partir dessa lista realizamos o Reconhecimento de Riscos Potenciais, através de visitas e observações nos locais objeto deste estudo, procurando identificar aqueles postos localizados em pontos com ventilação mais dificultada, o dia da semana e o período do dia de maior movimento e os de maior venda de combustível, conforme consta na tabela 05.

3.3. Aplicando os conceitos e definições acima descritos, ficou estabelecido como estratégia de amostragem o seguinte:

3.3.1. Para realizar as avaliações de metanol no ar (TWA/STEL) e metanol em urina (LTB), desses 32 (trinta e dois) postos, foram selecionados 10 (dez), considerando para tal escolha a localização em pontos com ventilação dificultada e a quantidade da mistura de combustíveis "MEG" vendida. Analisamos também a exposição à mistura em questão em 2 (duas) distribuidoras de combustíveis, para realizar as avaliações de metanol no ar (TWA/STEL) e biológicas (LTB);

3.3.2. Avaliações ambientais pessoais no grupo de maior exposição, isto é, frentistas nos postos de abastecimento e conferentes de plataforma, auxiliares de operação e motoristas de caminhão tanque nas distribuidoras de combustíveis;

3.3.3. Monitoramento biológico dos frentistas nos postos de abastecimento, dos conferentes de plataforma e auxiliares de operação nas distribuidoras de combustíveis e de um grupo controle em cada local;

3.3.4. Amostras ambientais do tipo consecutivas nas funções de frentistas nos postos de abastecimento e conferente de plataforma e auxiliar de operação nas distribuidoras de combustíveis e do tipo única na função de motorista nas distribuidoras de combustíveis, dado ao fato do curto período de exposição desta última função.

3.4. O trabalho foi dividido em duas etapas abrangendo nas medições realizadas em ambas, os postos e distribuidoras previamente selecionados e também os aspectos citados anteriormente, tais como, o dia da semana e o período do dia de maior movimento tanto nas distribuidoras de combustíveis quanto nos postos de abastecimento de combustíveis. A primeira foi executada no decorrer dos meses de agosto e setembro de 1.990 e a segunda somente após receber os resultados da primeira e além de manter as variáveis anteriores, incluiu o aspecto da temperatura, isto é, no verão (dezembro/90 e janeiro e fevereiro/91).



Na primeira etapa realizamos medições de metanol no ar (TWA/STEL) e metanol em urina (LTB) conforme segue:

Local	Funções	TWA	STEL	LTB
CEMAPE / Distr. BAGUA	.Aux. Operação	x	-	x
	.Motorista ca- minhão tanque	-	x	-
	.Grupo controle	-	-	x
Auto Posto Barão Ltda.	.Frentista	x	x	x
	.Grupo controle	-	-	x
Serv. Autom. Avenida Ltda.	.Frentista	x	x	x
	.Grupo controle	-	-	x
Auto Posto Sol Suz Ltda.	.Frentista	x	x	x
	.Grupo controle	-	-	x
Auto Posto Jd. América Ltda.	.Frentista	x	x	x
	.Motorista ca- minhão tanque	-	x	-
	.Grupo controle	-	-	x

Na segunda, foram feitas medições de metanol no ar (TWA/STEL) e metanol em urina (LTB) nas seguintes funções e locais:

Local	Funções	TWA	STEL	LTB
Cia. Atlantic de Petróleo	.Conferente de Plataforma	x	-	x
	.Motorista ca- minhão tanque	-	x	-
	.Grupo controle	-	-	x
Posto Serv. Jd. América Ltda.	.Frentista	x	-	x
	.Grupo controle	-	-	x
Posto 16 Lavabem Ltda.	.Frentista	x	-	x
	.Grupo controle	-	-	x
Posto Sino Brasileiro Ltda.	.Frentista	x	-	x
	.Grupo controle	-	-	x
Posto São Martinho Ltda.	.Frentista	x	-	x
	.Grupo controle	-	-	x
Posto Serv. da Ponte Ltda.	.Frentista	x	-	x
	.Grupo controle	-	-	x
Estacionamento São Roque	.Frentista	x	-	x
	.Grupo controle	-	-	x



4. Discussões e Conclusões

4.1. Limites de Tolerância

4.1.1. A Portaria 3214 na sua NR 15 Anexo 11, estabelece como Limite de Tolerância para o metanol no ar, 200 mg/m³ e jornadas semanais de até 48 horas.

4.1.2. A ACGIH recomenda como LT//TWA, 228,8 mg/m³, corrigidos para jornadas semanais de 44 horas.

Para jornadas de curta duração, recomenda o valor STEL de 310 mg/m³.

4.1.3. O Anexo II da NR 7 da Portaria 3214, estabelece como Limite de Tolerância Biológico (LTB), o valor de 5 mg/l de metanol na urina.

4.1.3.1. Valores recomendados por outras organizações:

- a ACGIH recomenda 15 mg/l de metanol urinário, com a observação de que o teste não é específico para o metanol e que este frequentemente está presente em quantidades significativas nos fluidos biológicos de indivíduos não expostos ocupacionalmente.

- o valor de tolerância biológica recomendado pela Alemanha é 30 mg/l.

4.2. Exposição não ocupacional

Segundo a referência CAS: 67-56-1, o metanol endógeno é formado provavelmente como resultado da atividade da flora intestinal ou de outro processo enzimático. O metanol é um dos componentes de uma série de removedores de tintas e de outros solventes de limpeza. Também pode estar presente, em pequenas proporções em sucos, alimentos e bebidas alcoólicas. O metanol é um metabólito de vários ésteres e éteres metílicos, tais como acetato de metila, etileno glicol e éter monometílico, os quais podem estar presentes tanto em produtos de consumo quanto nos locais de trabalho.

4.3. Fatores que influenciam os resultados biológicos

Conforme a referência CAS: 67-56-1, os seguintes fatores podem afetar os resultados biológicos: exposição dérmica, atividade do trabalhador e a exposição não ocupacional ao metanol, ésteres e éteres metílicos e a produtos domésticos contendo metanol.



A concentração de metanol na urina após a exposição ao acetato de metila pode ser comparada àquela obtida em exposição ao metanol em iguais níveis.

A ingestão de etanol, durante o dia, aumenta a concentração de metanol na urina.

4.4. Descrição das funções e locais avaliados

4.4.1. Distribuidoras de Combustíveis

Bagua (CEMAPE), o local é aberto e bem ventilado, do tipo plataforma com cobertura superior (telhado). Há diversos pontos de distribuição de combustíveis: óleo diesel, gasolina e MEG, onde é feito o enchimento dos tanques dos caminhões.

A distribuição de combustíveis, na plataforma, é realizada por duas funções:

- Auxiliar de Operação, que controla a entrada e saída de caminhões e o nível do tanque.

- Motorista (de caminhão tanque), faz as conexões da mangueira na boca de alimentação do caminhão, coloca uma lona para cobrir o ponto de alimentação. Durante esta operação, a maioria dos motoristas observados ficaram de costas à direção do vento. Em média fazem duas viagens por turno e no máximo três. O tempo de enchimento do tanque do caminhão varia em função do pedido, isto é, do volume de combustível, no caso da mistura "MEG" observamos que dura de 8 a 10 minutos, pois um caminhão tem vários compartimentos que lhe permitem transportar os três tipos de combustíveis.

Tanto o Auxiliar de Operação quanto o Motorista, usam além do uniforme de trabalho, luvas impermeáveis, óculos tipo ampla visão (para produtos químicos), calçados de segurança e capacete.

Companhia Atlantic de Petróleo, o local é aberto e bem ventilado, do tipo plataforma com cobertura superior (telhado), possui vários pontos de distribuição de "MEG", de gasolina e de óleo diesel, onde são realizados os enchimentos dos caminhões-tanques.

A distribuição de combustíveis, na plataforma, é executada por duas funções:

- motoristas, fazem as conexões do braço mecânico no caminhão, colocam também um recipiente para recolher o excesso. Aguardam o enchimento no local. A duração de cada operação varia em função do volume de combustível. Em média fazem duas a três viagens por turno.



- O conferente de plataforma verifica a quantidade de combustível carregada, retira amostras de combustíveis a cada hora para verificar a densidade, sendo que os motoristas auxiliam colocando o braço mecânico no recipiente de coleta (balde).

Tanto o conferente de plataforma quanto o motorista, utilizam como EPIs, além do uniforme de trabalho: capacete, calçado de segurança, luvas impermeáveis e óculos para produtos químicos.

4.4.2. Postos de abastecimento

Frentista, abastece veículos que utilizam óleo diesel, gasolina e "MEG" como combustível. Aguardam durante o enchimento do tanque do veículo junto ao mesmo, segurando o bico da bomba.

Os frentistas dos postos citados no item 3, usavam apenas uniforme durante seu trabalho. Não utilizavam luvas nem óculos de proteção, exceto no Posto 16 Lavagem onde utilizavam luvas.

Auto Posto Barão Ltda, fechado em três laterais das quais uma é garagem (no fundo), possui três bicos de abastecimento de MEG e vende em média 11.000 litros de MEG por semana.

Serviços Automotivos Avenida Ltda., posto com duas laterais fechadas, situado em uma esquina, possui 4 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 70.000 litros de MEG por semana.

Auto Posto Sol Suz Ltda., posto com circulação de ar frontal e sendo no fundo garagem, possui 8 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 40.000 litros de MEG por semana.

Auto Posto Jardim América Ltda., posto com duas laterais fechadas, situado em uma esquina, possui 12 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 120.000 litros de MEG por semana.

Posto de Serviço da Ponte Ltda., situado em uma esquina entre duas ruas movimentadas, aberto em duas laterais, possui 5 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 80.000 litros de MEG por semana.

Posto São Martinho Ltda., situado em uma esquina, com duas de suas laterais abertas, possui 4 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 15.000 litros de MEG por semana.



Posto 16 Lavabem Ltda., situado em duas esquinas sob o minhocão, fechado em uma lateral, possui 10 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 30.000 litros de MEG por semana.

Posto Sino Brasileiro Ltda., situado sob o minhocão, fechado em três laterais, possui 5 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 30.000 litros de MEG por semana.

Posto de Serviço Jardim América Ltda., situado em uma esquina entre duas ruas movimentadas, com duas de suas laterais fechadas, possui 6 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 80.000 litros de MEG por semana.

Estacionamento São Roque, estacionamento e posto, aberto apenas no lado frontal com pouca ventilação, possui 2 bicos de abastecimento de MEG e vende em média 17.000 litros de MEG por semana.

4.5. Discussão dos resultados

4.5.1. Postos de Abastecimento:

4.5.1.1. As avaliações ambientais foram efetuadas visando monitorar o grupo de trabalhadores de maior exposição e abrangendo o dia da semana e período do dia de maior movimento e em postos de abastecimento situados em pontos com ventilação dificultada. Além dessas características procuramos também realizar as medições nos postos de maior venda de combustível entre aqueles constantes da relação fornecida pelo Sindicato dos Empregados em Postos de Serviços de Combustíveis e Derivados de Petróleo no Estado de São Paulo.

Os resultados das avaliações constam nas referências 06 a 32 da tabela 01 e referências 33 a 43 e 50 a 62 da tabela 02.

Foram efetuadas medições consecutivas ao longo da jornada para avaliação de TWA e todas apresentaram resultados bem inferiores (flutuaram entre n.d. e 25,0 mg/m³) aos LTs estabelecidos pela Portaria 3214 e ACGIH.

Observamos que as concentrações verificadas nos resultados ambientais oscilaram entre 0 e 25% do valor do LT.

Realizamos avaliações de curta duração referências 08, 15, 19, 28, 29, 30, 31 e 32, em períodos de pico para verificar as situações mais críticas e compará-las com o valor STEL e mesmo nessa situação oscilaram entre n.d. (não detectado) e 13,3 mg/m³.



4.5.1.2. Paralelamente ao monitoramento ambiental, foram feitas coletas urinárias nesses trabalhadores. Os resultados constam das tabelas 03 e 04. Foram avaliados 38 trabalhadores nos 10 postos citados no item 3, dos quais 27 são do grupo de expostos e 11 de funções administrativas e à exceção de um trabalhador o teor de metanol urinário detectado nesses indivíduos é inferior ao LTB de 5 mg/l.

Efetuamos uma nova avaliação biológica em dois trabalhadores sendo um deles aquele no qual se detectou metanol urinário acima do LTB e o resultado encontrado na urina desse indivíduo novamente supera o LTB.

Os dados constantes nas colunas 3 a 7 das tabelas 03 e 04, foram obtidos através de perguntas formuladas diretamente a cada trabalhador.

Os resultados das concentrações de metanol urinário para os grupos de expostos e de não expostos (grupo controle), foram comparados estatisticamente utilizando-se os testes t de Student e F de Snedecor, verificando-se que com uma probabilidade de erro de 1% não há diferença estatisticamente significativa.

Tudo indica que o resultado obtido acima do LTB em um trabalhador deve estar associado a outras causas não relacionadas com a atividade profissional, tal como o tipo de bebida normalmente utilizada pelo frentista, já que a atividade e método de trabalho seguem o mesmo padrão do realizado pelos demais frentistas.

4.5.2. Comentários de outros trabalhos sobre o metanol como combustível

Diversos estudos tem sido realizados a respeito das emissões de veículos que utilizam combustíveis à base de metanol e das implicações que tais emissões possam causar no meio ambiente, porém de interesse ao assunto ora tratado, encontramos apenas um estudo de autor anônimo, que foi publicado pelo Health Effects Inst., intitulado "Automotive Methanol Vapors and Human Health: An Evaluation of Existing Scientific Information and Issues for Future Research", esse estudo avalia os danos à saúde que poderão surgir devido à inalação de vapores de metanol provenientes de escapamentos de veículos ou do abastecimento de veículos que utilizam combustíveis à base de metanol. Nesse estudo se afirma que os níveis de metanol encontrados na pior situação (abastecimento de veículos e durante a partida de veículos para o pessoal de garagens) são comparáveis àqueles que podem ser normalmente encontrados na atmosfera; da mesma forma o formiato no sangue detectado na pior situação, pode ser negligenciável se comparado com os valores normais de formiato no sangue.



4.5.3. Distribuidora de Combustível

4.5.3.1. Foram realizadas avaliações ambientais no grupo de trabalhadores de maior exposição: Auxiliar de Operação, Conferente de Plataforma e Motorista (de caminhão tanque). As medições abrangeram o dia da semana mais crítico, isto é, o dia de maior movimento.

No Auxiliar de Operação e Conferente de Plataforma, foram feitas amostras de período longo para verificação de TWA e nos Motoristas foram realizadas coletas de período curto para compará-las com o STEL.

Os resultados constam das referências 01 a 05 da tabela 01 e 14 a 19 da tabela 02 e são todos inferiores aos LTs. estabelecidos.

4.5.3.2. Efetuamos também a monitorização biológica de 06 trabalhadores, dos quais 04 são Auxiliares de Operação e Conferentes de Plataforma e 02 pertencem a funções administrativas conforme constam nas tabelas 03 e 04, obtendo valores de metanol urinário inferiores aos LTB e BEI estabelecidos pela NR 7 da Portaria 3214 e pela ACGIH.

Os resultados das concentrações de metanol urinário para os grupos de expostos (Auxiliar de Operação e Conferente de Plataforma) e de não expostos (grupo controle), foram comparados estatisticamente utilizando-se os testes t de Student e F de Snedecor, verificando-se que, com um nível de confiabilidade de 99%, não há diferença estatisticamente significativa.

4.6. Conclusões

4.6.1. Os resultados ambientais indicam que as atividades estudadas: Frentistas nos postos de abastecimento e Auxiliar de Operação, Conferente de Plataforma e Motorista nas distribuidoras, são salubres em relação ao metanol conforme NR- 15 da Portaria 3214.

4.6.2. De acordo com a ACGIH, os resultados ambientais indicam que não existe evidência de risco de dano à saúde dos trabalhadores envolvidos nas atividades em estudo.

4.6.3. Segundo o Anexo II da NR- 7 da Portaria 3214, o trabalhador, cujo resultado no fluido biológico supera o LTB, deve ser afastado da atividade laboral.

4.6.4. Os valores encontrados nos fluidos biológicos dos trabalhadores estudados satisfazem os padrões recomendados pela Alemanha.



4.6.5. O valor detectado no fluido biológico de um trabalhador acima do recomendado pela ACGIH, indica a necessidade da realização de testes específicos para confirmação ou não do valor encontrado.

5. Recomendações

5.1. Quanto ao trabalhador com valores alterados de metanol urinário, além do afastamento do mesmo da atividade laboral, deve ser feita uma avaliação clínica completa desse trabalhador, procurando pesquisar com profundidade a que causa deve estar associado tal resultado.

5.2. Embora os resultados obtidos nas avaliações ambientais e nos fluidos biológicos estejam dentro dos parâmetros estabelecidos, recomendamos como uma medida preventiva a utilização de luvas impermeáveis pelos Frentistas nos Postos de Abastecimento, para evitar qualquer contato cutâneo causado por respingos não apenas de MEG como também dos outros combustíveis.

5.3. Os resultados não indicam a necessidade de os frentistas utilizarem proteção respiratória, e a frequência de acidentes nos olhos (respingos) é que deverá indicar a necessidade ou não de uso de óculos de proteção.

6. Bibliografia

6.1. ACGIH, Methyl Alcohol, recommended bei - CAS: 67-56-1.

6.2. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety - third revised edition.

6.3. N.S.C. Occupational Safety series, Fundamentals of Industrial Hygiene.

6.4. U.S. Department of Health, Education, and welfare - Public Health Service - Center of Disease Control - NIOSH, The Industrial Environment.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES



6.5. Automotive Methanol Vapors and Human Health: An Evaluation of Existing Scientific Information and Issues for Future Research, Anon., Health Effects Inst, Cambridge, MA, Govt Reports Announcements & Index (GRA & I), Issue 22, 1988.

Montemor

Lucia Braga Montemor
CREA - 152.066/D
Higienista do Trabalho

Cambeles

Sara Leonor Cambeses Polanco
CREA - 33.988/D
CREST - 2.848
Supervisora Avaliação Ambiental

Rubens

Rubens Mazon
CREA - 12.297/D
CREST - 7.724
Coordenador Depto. Técnico

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Secretaria de Estado da Saúde

Tab. 01 : Avaliação de Metanol em Amostras de Ar Atmosférico realizada em 12/09/99 a 06/09/99.

Ref. nº	Local Avaliado	Tempo de Amostragem (min)	Volume de ar. amostrado (l)	Conc. detectada (mg/m³)	Conc. legal (mg/m³)	Unidade Relativa (%)	Trabalhador / Função
01	CENAPE - Dist. Bagé	180	18,0	2,2	2,8	38	Luiz Roberto Costa Aux. de Operário
02	idem	180	18,0	n.d	n.d	38	Osme Alves dos Santos Aux. de Operário
03	idem	10	1,0	n.d	n.d	44	João Francisco Bastos / Motorista
04	idem	04	0,4	n.d	n.d	39	Jurandir O. Ferreira Motorista
05	idem	08	0,8	n.d	n.d	45	Clóves Moreira Costa Motorista
06	Auto Posto Sol Suz	180	18,0	1,1	1,7	72	Marisa de Fátima F. Carneiro/ Frentista
09	idem	180	18,0	2,2		78	idem
07	idem	180	18,0	1,1	2,5	72	Luiz Manoel dos Santos / Frentista
10	idem	120	12,0	2,9		78	idem
08	idem	10	1,0	10,0	10,0	78	Ligia Maria O. Siqueira/ Frentista
11	Auto Posto Barão	184	18,4	n.d	0,6	75	Paulo Cesar Silva Santos / Frentista
14	idem	164	16,4	1,2		78	idem
12	idem	181	18,1	2,2	1,1	75	José Genivaldo da Silva/ Frentista
13	idem	184	18,4	n.d		78	idem
15	idem	15	1,5	n.d	n.d	78	Paulo Cesar Silva Santos/ Frentista
16	Serv. Autom. Avenida	178	17,8	1,1	0,6	72	Meton Camilo de Souza/ Frentista
20	idem	179	17,9	n.d		78	idem
17	idem	177	17,7	1,1	1,2	72	Geraldo Barreto dos Santos/ Frentista
18	idem	169	16,9	1,2		78	idem
19	idem	15	1,5	13,3	13,3	78	João Gabriel de Almeida/ Frentista
21	Auto Posto Jardim América Ltda.	180	3,6	n.d	n.d	64	José Alfredo de Souza/ Frentista
25	idem	181	3,6	n.d		78	idem

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Secretaria de Estado da Saúde

Tab. 02 : Avaliação de Matanol em Amostragem de Ar Atmosférico realizada em 21/12/90, 10/01/91, 11/01/91, 14/01/91, 24/01/91 e 15/02/91.

Ref. nº	Local Avaliado	Tempo de Amostragem (min)	Volume de ar amostrado (l)	Conc. Verificada (mg/m³)	Conc. média (mg/m³)	Umidade Relativa (%)	Trabalhador / Função
33	Posto de Serviço Jardim America Ltda.	322	16,3	n.d	n.d	47	Gilias de Faria Frentista
34	idem	195	9,8	1,3	0,5	47	Lorivaldo Bento da Silva / Frentista
35	idem	67	3,4	n.d		47	idem
36	Posto 16 Lavagem Ltda.	360	18,0	n.d	n.d	54	Veronica Santos Bonfim / Frentista
37	idem	364	18,2	n.d	n.d	54	Alessandra Del Rio Pereira / Frentista
38	idem	171	8,6	n.d	n.d	54	Ilza Aparecida da Costa Lima / Frentista
40	idem	188	9,4	n.d		54	idem
39	idem	305	18,6	n.d	n.d	54	Maria Ap. Siqueira Diniz / Frentista
41	Posto Sino Brasileiro Ltda.	360	18,0	n.d	n.d	58	Geraldo M. dos Santos Frentista/Mandorista
42	idem	180	9,0	n.d	n.d	58	José Sena de Lima / Frentista
43	idem	180	9,0	n.d		58	idem
44	Companhia Atlantic de Petroleo	170	8,5	n.d	0,5	68	Arlindo Vivian Falcão Perente de Plataforma
46	idem	307	10,4	1,0		75	idem
45	idem	196	9,8	n.d	n.d	68	Alfredo Silva, Conferente de Plataforma.
47	idem	187	9,4	n.d		75	idem
48	idem	10	0,5	n.d	n.d	75	Albino Ap. Bento / Motorista
49	idem	15	0,8	13,3	13,2	75	José Antunes da Silva / Motorista
50	Posto São Martinho Ltda	350	17,5	1,1	1,1	55	Arlindo Tavares da Silva / Frentista
51	idem	170	8,5	4,7	4,6	48	José Dilson da Silva Frentista
52	idem	180	9,0	4,4		63	idem
53	Posto de Serviço da Ponte Ltda.	180	9,0	n.d	n.d	53	Elizeu Félix Alves Frentista
56	idem	190	9,5	n.d		52	idem

Secretaria do Estado da Saúde

[illegible]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Secretaria de Estado da Saúde

Tab. 03 : Avaliação de Metanol Urinário
realizada em 17/08/90, 26/08/90 e 21/12/90.

Data Aval.	Trabalhador / Função	Idade (anos)	Tempo de Atividade	Bebidas Alcoólicas	Bebem na data da avaliação	Sintomatologia após o uso MBG	Local da avaliação	Tempo para notificação (seg.)
16/08	Cosme Alves dos Santos Aux. Operação	49	15 anos	cerveja, aperitivo	não	-	CEMATE Dist. Bagé	1
16/08	Luís Roberto Gama Aux. Operação	36	01 ano	cerveja	não	-	idem	1,2
17/08	Luís Manuel dos Santos Frentista	30	09 anos	não	não	gripe, irritação olhos	Auto Posto Sol Suz	4,5
17/08	Marisa de Fátima F. Carneiro - Frentista	27	02 anos	não	não	dor estômago e cabeça	idem	1,4
17/08	Donizete Francisco da Silva - Caixa do Posto	37	09 anos	pinga, cerveja	não	nenhuma	idem	3,1
17/08	José Genivaldo da Silva Frentista	22	01 mês	cerveja, pinga	não	-	Auto Posto Barão	0,2
17/08	Paulo Cesar Silva Santos - Frentista	30	20 anos	cerveja	não	nenhuma	idem	1,3
17/08	Jair Peres Martins Aux. Escritório	33	01 mês	cerveja	não	-	idem	3,7
17/08	Severino Manuel Balo Gerente	43	16 anos	cerveja	não	nenhuma	Serv. Aut. Avenida	0,9
17/08	Meton Camilo de Souza Frentista	35	07 anos	cerveja	não	nenhuma	idem	1,1
17/08	Geraldo Barreto dos Santos - Frentista	43	22 anos	cerveja, pinga	sim	nenhuma	idem	1,0
06/09	Antonio Joaquim Gomes Frentista	52	19 anos	conhaque, cerveja	não	nenhuma	Auto Posto Cd. América	12,1
21/12	Antonio Joaquim Gomes Frentista	52	19 anos	idem.	não	nenhuma	idem	20,6
36/09	Severino Luiz da Silva Frentista	22	01 ano	não	não	nenhuma	idem	1,4
06/09	Ivo Pereira da Silva Frentista	23	02 anos e 08 meses	não	não	cocaína e avarm. fele	idem	1,1
21/12	Ivo Pereira da Silva Frentista	23	03 anos	não	não	idem	idem	1,2
36/09	José Alfredo de Souza Frentista	40	20 anos	pinga	sim	nenhuma	idem	1,1
36/09	Cosme Quezado de Oliveira - Gerente	36	11 anos	vodka, campari	não	nenhuma	idem	2,9
06/09	José Ivo Vieira Frentista	22	01 ano e 06 meses	não	não	nenhuma	idem	2,6

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Secretaria de Estado da Saúde

Tab. 04 : Avaliação de Metanol Urinário realizada em 21/12/90,
10/01/91, 11/01/91, 14/01/91, 14/01/91 e 15/02/91.

Data Aval.	Trabalhador / Função	Idade (anos)	Tempo de Atividade	Bebidas Alcolólicas	Bebem na data da avaliação	Sintomatologia após o uso PEG	Local da avaliação	teor de metanol na urina (mg/l)
21/12	Lorivaldo Berto da Silva - Frentista	20	02 anos	cerveja	não	-	Posto Serv 34 América	1,3
21/12	Silas de Faria Frentista	50	20 anos	não	não	-	idem	0,8
21/12	Nilson Nunes de Almeida Gerente	30	05 anos	cerveja	não	maior irritação olhos	idemSuz	0,7
10/01	Verônica Santos Bonfim Frentista	20	06 meses	não	não	nenhuma	Posto 16 Lavagem	0,9
10/01	Ilza Aparecida Costa Lima - Frentista	25	01 ano e 09 meses	cerveja	não	nenhuma	idem	1,7
10/01	Alessandra del Rio Pereira - Frentista	19	06 meses	não	não	nenhuma	idem	1,8
10/01	Maria Aparecida de Siqueira Diniz - Frentista	21	05 meses	não	não	nenhuma	idem	1,6
10/01	Normaci Maria da Silva Assessora Marketing	40	01 mês	cerveja	não	nenhuma	idem	0,7
10/01	Jurandir Goes da Silva Encarregado de Lavagem	23	02 anos	não	não	nenhuma	idem	0,7
11/01	Geraldo Martins dos Santos - Frentista	36	10 anos	conhaque, cerveja	não	nenhuma	Posto Sino Brasileiro	1,7
11/01	José Sena de Lima Frentista	40	05 anos	cerveja, conhaque	não	nenhuma	idem	1,3
11/01	Gilvan Pereira da Costa Frentista	32	04 anos	cerveja	não	nenhuma	idem	0,9
11/01	Angelo Bellarosa Encarregado de Serviços	63	27 anos	raramente vinho	não	nenhuma	idem	1,4
14/01	Arlindo Vivian Filho Conferente Plataforma	31	09 meses	raramente cerveja	não	nenhuma	Companhia Atlantic	0,7
14/01	Alfredo Silva Conferente Plataforma	29	10 anos	raramente caipirinha	não	nenhuma	idem	1,1
14/01	Eduardo Barberato Encarregado de Estoque	27	01 ano e 04 meses	não	não	idem	idem	1,0
14/01	Carlos Alberto Nunes Santos - Encar. Expedição	23	01 ano e 06 meses	cerveja	não	nenhuma	idem	1,1
24/01	Severino Joventino da Silva - Frentista	52	02 anos	não	não	nenhuma	Posto Serv da Ponte	1,6
24/01	Elizeu Félix Alves Frentista	24	01 ano e 06 meses	cerveja	não	nenhuma	idem	0,5
24/01	Francisco Mosqueira Diniz - Frentista	40	17 anos	não	não	nenhuma	idem	1,2
24/01	Osmar Severino Silva Gerente	35	06 anos	cerveja	não	nenhuma	idem	1,2

MANUAL PARA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Secretaría de Estado de Salud

11. 95 : Relatório de Postos de Serviços fornecido pelo Sindicato dos Empregados em Postos de Serviços de Construção e Serviços de Reparos no Estado de São Paulo e característicos aos mesmos verificadas em nossa visita preliminar.

Posto / Endereço	Nº de Frentistas	Nº de Pistas de PEG	Litros de PEG vendidos/semana	Dia da semana e horário de pico	Características do Posto
Posto de Serv. Santa Cecilia Ltda. Rua Frederico Steidel, 53	09	03	35.000	6AS. Feiras, manhã/tarde	situado em uma esquina, 50% aberto.
Auto Posto Marell Ltda. Rua Conselheiro Furtado, 316	06	02	35.000	6AS. feiras o dia inteiro	situado em uma esquina, aberto na frente e uma lateral, boa ventilação.
Posto e Garagem Markos Ltda. Rua Santo Antonio, 644/639	05	03	29.000	6AS. feiras fim de tarde 6AS. às 12 Hs	aberto na frente, pouca ventilação.
Auto Posto Santo Amaro Ltda. Av. Santo Amaro, 320	06	02	6.000	6AS. feiras à tarde, 6AS. dia inteiro	apenas uma das laterais fechada, movimento fraco.
Auto Posto Center Brooklyn Av. Santo Amaro, 4.579	10	07	30.000	6AS. feiras das 13:00 às 22:00 Hs.	situado em uma esquina, com duas laterais abertas, ventilação regular.
Auto Posto Barão Ltda. Avenida Barão de Limeira, 944	04	03	11.000	6AS. feiras à tarde.	fechado em três laterais das quais uma é garagem (no fundo).
Estacionamento S3o Roque Rua Britencourt Rodrigues, 80	05	02	17.000	o movimento é regular de 2A-6A feira.	estacionamento e posto, aberto apenas na frente, ventilação dificultada.
Posto de Serviço Albatroz Rua Almeida Torres, 412	07	03	15.000	5AS-6AS feiras à tarde sáb. manhã.	situado em uma esquina, 50% fechado.
Posto 16 Lavagem Ltda. Rua Amaral Gurgel, 387	26	10	30.000	6AS. feiras e sábados à tarde.	situado em duas esquinas sob o minhocão, fechado em uma lateral.
Querubá Auto Posto Avenida Barão de Limeira, 562	08	04	20.000	6AS. Feiras à tarde	situado em uma esquina, 50% fechado.
Posto Sino Brasileiro Ltda. Rua Santa Izabel, 373/354	06	05	20.000	6AS. feiras e sábados à tarde.	situado sob o minhocão, fechado em três laterais.
Serviços Automotivos Avenida Ltda Av. Rio Branco, 390	07	04	70.000	6AS. feiras à tarde.	situado em uma esquina, 50% fechado.
Maxicar Auto Serviços Ltda. Rua José Maria Lisboa, 755	09	05	25.000	6AS. feiras à tarde, sábados manhã.	situado em uma esquina, 50% fechado.
Posto de Serviços Perdizes Ltda. Alargo Padre Pericles, 135	04	02	18.000	6AS. feiras o dia inteiro	situado em uma esquina, meio aberto.
Auto Posto de Serviço Água Branca Ltda. Av. Francisco Matarazzo, 654	06	02	20.000	6AS. feiras fim de tarde 6AS. de manhã	situado em uma esquina, aberto.
Albaeté Auto Posto Ltda. Rua Guaicurus, 542	08	02	15.000	6AS/5AS feiras manhã, 6AS à tarde	situado em uma esquina, aberto, ventilado.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Secretaria de Estado da Saúde

Tab. 05 : Relação de Postos de Serviços fornecida pelo Sindicato dos Empregados em Postos de Serviços de Combustíveis e Derivados de Petróleo no Estado de São Paulo e características aos mesmos verificados em nossa visita preliminar.

Ordem	Posto / Endereço	Nº de Frentistas	Nº de Tipos de MEG	Litros de Gás vendido/semana	Dia da semana e horário de funcionamento	Características do Posto
7	Posto Guancurus Ltda. Rua Guancurus, 1.277	02	02	12.000	não há.	situado em uma esquina, 50% fechado.
8	Loja auto Posto Ltda. Av. Santa Marina, 2.353	05	02	12.000	GAS. feiras de manhã e fim de tarde	situado em uma esquina, aberto na frente e uma lateral.
19	Posto de Serviço Petrobrás Av. Brigadeiro Luis Antonio, 3.199	03	01	3.500	não há.	posto e garagem, aberto apenas no lado frontal, pouquíssimo movimento.
20	Posto de Serviço da Ponte Ltda. Av. Nossa Senhora do Ó, 1.692	18	05	30.000	sáb. manhã/noite, domingo/noite.	situado em uma esquina, aberto em duas laterais, ventilado.
21	Auto Posto Macanbyra Ltda. Rua Norma Pierruccini Giannotti, 400/400	11	04	30.000	GAS. e GAS. feiras, fim de tarde.	situado em uma esquina, com duas laterais abertas.
22	Auto Posto Minuano Ltda. Rua Baronesa de Porto Carreiro, 370	12	03	19.000	GAS/manhã e GAS. feiras fim de tarde	situado em uma esquina, aberto em duas laterais.
23	Auto Posto Campos Eliseos Ltda. Alameda Barão de Limeira, 375	04	02	30.000	GAS/manhã e GAS. feiras, fim de tarde	situado em uma esquina, aberto em duas laterais.
24	Auto Posto Marques Ltda. Rua Butantã, 350 B	07	02	9.000	GAS. feiras tarde/noite sáb. manhã.	situado no meio da rua, das laterais abertas.
25	Posto de Serviço São Donato Ltda. Rua Anhaja, 1.092	06	04	20.000	GAS. feiras à tarde até 20:00 Hs.	situado em uma esquina, com duas laterais fechadas.
26	Posto São Martinho Ltda. Rua Romeu de Mello, 930	11	04	45.000	GAS. feiras fim de tarde sáb. manhã	situado em uma esquina, duas laterais abertas.
27	Center Car "Wanda" Ltda. Rua Cotoxó, 354	06	03	30.000	GAS. dia todo GAS. à tarde sáb. manhã.	situado em uma esquina, duas laterais abertas.
28	Auto Posto Sol-Guz Ltda. Av. Pompeia, 1.682	11	03	40.000	GAS. feiras à tarde.	posto com circulação de ar frontal e tendo garagem no lado posterior.
29	Auto Posto Eliane Ltda. Rua Fradique Coutinho, 1.284	10	05	30.000	GAS. à tarde GAS. e sábados de manhã	situado em uma esquina, uma lateral fechada, ventilado.
30	Auto Posto Jardim América Ltda. Rua Colômbia, 535	19	12	120.000	GAS durante o dia e GAS. à tarde.	situado em uma esquina, com apenas uma lateral fechada.
31	Posto de Serviço Jardim América Ltda. Rua Colômbia, 26	14	06	90.000	GAS. feiras à tarde, sábados/manhã.	Situado em uma esquina, com duas laterais fechadas.
32	Auto Posto Bueno de Andrade Ltda. Rua Bueno de Andrade, 404	09	03	20.000	GAS. à tarde sábados o dia inteiro.	situado no meio da rua, aberto, ventilado.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Secretaria de Estado da Saúde

Tab. 06: Metanol urinário - comparação entre grupos

Grupo	Número de amostragens	Média Aritmética Mg/l	Desvio Padrão	Valor Mínimo Mg/l	Valor Máximo Mg/l	Classificação dos Grupos
I	11	1,17	0,70	0,70	3,10	Não Expostos
II	29	2,47	4,58	0,50	20,60	Expostos
III	02	1,05	0,97	1,00	1,10	Não Expostos
IV	04	1,10	0,28	0,70	1,30	Expostos

I - Trabalhadores não expostos ao metanol nos postos de abastecimento - Grupo Controle

II - Trabalhadores expostos ao metanol nos postos de abastecimento

III - Trabalhadores não expostos ao metanol nas distribuidoras de combustível - Grupo Controle

IV - Trabalhadores expostos ao metanol nas distribuidoras de combustível

The Case for Methanol

The authors maintain that a move to pure methanol fuel would reduce vehicular emissions of hydrocarbons and greenhouse gases and could lessen U.S. dependence on foreign energy sources

by Charles L. Gray, Jr., and Jeffrey A. Alson

The private automobile has shaped U.S. society to a degree unparalleled by any other product of the industrial age. By providing mobility and convenience particularly attuned to the American desire for personal freedom, the automobile has come to dominate not only the nation's transportation network but also its very culture. And the automotive industry has become a pillar of the economy, accounting for more than 10 percent of the gross national product and some 20 percent of all consumer expenditures. Yet the automobile also threatens the quality of life, contaminating both urban air and the global atmosphere, where automobile emissions contribute to the greenhouse effect. The automotive industry must overcome unprecedented technical, political and social challenges if these serious environmental problems are to be solved.

To achieve this goal, we believe the nation must begin making a transition to a new automotive fuel. Having studied a wide range of alternatives, we think that fuel should be methanol. A move to methanol could achieve emission reductions far beyond those that are feasible even with advanced emission controls on gasoline vehicles. Although the past 15 years have seen substantial reductions in noxious pollutants and greenhouse gases from individual vehicles, the number

of vehicles has been steadily increasing. Consequently, more than 100 cities still have ambient levels of carbon monoxide, particulate matter and ozone (generated from photochemical reactions with hydrocarbons from vehicle exhaust) that exceed the levels established by the Environmental Protection Agency to protect public health. As the nation's fleet continues to grow in the next decade, air quality will worsen unless vehicles can be developed that are much cleaner than those on the roads today.

Introducing methanol to the U.S. transportation infrastructure would require relatively modest changes for the automotive and energy industries. Our research has convinced us that this is the only practical means to achieve major reductions in vehicle emissions while maintaining the personal mobility that Americans have come to expect. Although there will be costs in making such a transition, there will also be significant benefits not only for the environment but most likely for the nation's economic health as well. We have incontrovertible evidence from vehicle tests and computer simulations that vehicles operating on pure methanol would bring about dramatic decreases in urban levels of ozone and toxic substances. What is more, methanol can be produced with current technologies from a variety of abundant sources, including natural gas, coal, wood and even organic garbage. By beginning a transition to methanol, the nation could ultimately lessen its dependence on foreign sources of energy.

realization that—short of a massive shift away from the private automobile—the only truly effective way to achieve significant further reductions in vehicle emissions is to replace conventional gasoline and diesel fuel with cleaner-burning fuels. Candidates include compressed natural gas, liquefied petroleum gas, electricity, ethanol ("grain alcohol") and methanol ("wood alcohol"). Synthetic gasolines are costly and offer no environmental advantages; they are no longer considered seriously.

The most promising alternatives are mainly carbon-based fuels whose molecules are smaller and simpler than those of gasoline. These molecules burn more cleanly than gasoline—part because they have no net few carbon-carbon bonds, and the hydrocarbons they do emit are less likely to generate ozone. The combustion of larger molecules, which have multiple carbon-carbon bonds, involves a more complex series of reactions, which increase the probability of incomplete combustion. On the practical side, the alternative fuels have drawbacks. Compressed natural gas must be kept under a pressure of from 2,000 to 3,000 pounds per square inch and requires a set of heavy tanks—a serious liability in terms of a vehicle's performance and fuel efficiency. Liquefied petroleum gas faces fundamental limits on supply. Electric vehicles are now limited by battery technology: the batteries are heavy and need to be recharged frequently, a time-consuming process. Barring major technological breakthroughs, each of these energy sources will probably satisfy only certain market niches, for example, delivery trucks and buses.

Liquid fuels such as ethanol or methanol have important advantages: they have a higher energy content by volume than the other alternative fuels and would require minimal changes in the existing network for distributing motor fuel. Ethanol is common

CHARLES L. GRAY, JR., and JEFFREY A. ALSON work at the U.S. Environmental Protection Agency's Emission Control Technology Division in Ann Arbor, Mich., and have played key roles in the EPA's alternative fuels program. Gray is director of the division, which is responsible for developing federal vehicle-emissions standards. Gray got his B.S. in chemical engineering from the University of Mississippi and his M.S. from the University of Michigan. Alson, who is assistant to Gray, has a B.S. in engineering from Purdue University.

The quest for cleaner automotive fuel has become particularly urgent. California and the northeastern states are calling for more stringent restrictions on gasoline-vehicle emissions than are currently in place at the federal level, and Congress is considering new amendments to the Clean Air Act. There is a growing

used as a gasoline supplement, but it is currently about twice as expensive as methanol, whose low cost is one of its most attractive features. Studies of the economics of producing and distributing methanol conclude that the fuel equivalent to a gallon of gasoline—about two gallons of methanol—would cost the consumer about \$1.10. Methanol also has only half the vapor pressure of gasoline, so that evaporation will be a negligible source of pollution. Most important, methanol can reduce by 90 percent the vehicle emissions that form ground-level ozone, the most serious urban air pollutant. Finally, the properties of methanol make it possible to design a far more efficient automobile than those now on the road while still maintaining very low emission levels.

Like any alternative fuel, methanol has its critics. Yet many of the criticisms are based on "gasoline clone" vehicles that do not incorporate even the simplest design improvements that are possible with methanol. It is true, for example, that a given volume of methanol contains only about half the energy that gasoline and diesel fuel do; other things being equal,

the fuel tank would have to be somewhat larger and heavier. But because methanol vehicles could be designed to be much more efficient, they would need comparatively less fuel. There are a variety of other objections, which we shall address later.

The first methanol-fueled production vehicles are likely to incorporate only the simplest of the engine improvements that methanol makes feasible. Even so, these vehicles would immediately lessen urban air pollution. Based on tests carried out with prototypes at the EPA, these early methanol-powered vehicles would also be about 30 percent more efficient than the best gasoline-engine technology and would achieve superior vehicle acceleration.

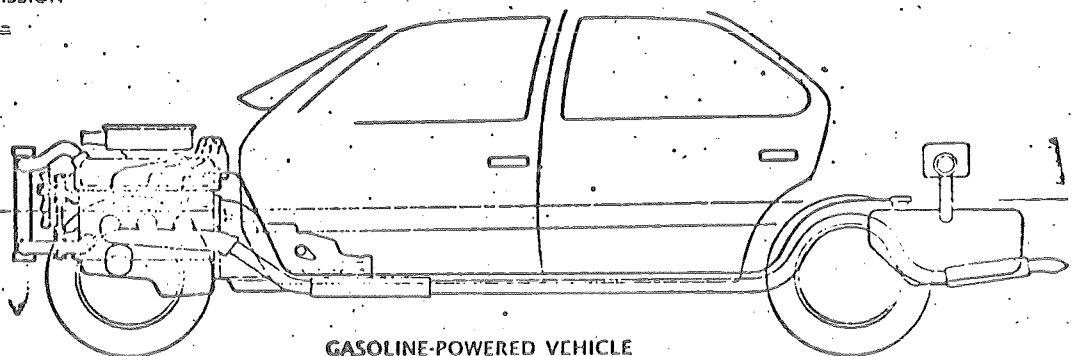
But the methanol automobile of the future would incorporate several additional features that cannot currently be attained with gasoline or diesel fuels. (Other features we describe could be employed in vehicles powered by gasoline or diesel but not while maintaining the low emissions of methanol.) These improvements would boost the overall effi-

ciency of the vehicle, leading to even greater reductions in carbon dioxide emissions than would be attained simply by redesigning an engine to burn methanol. They would, of course, greatly enhance the mileage obtainable from a gallon of methanol.

To understand where these improvements will come from, one first needs to consider how conventional automotive engines work. Internal-combustion engines convert the chemical energy stored in fuel into mechanical energy: combustion produces hot gases, which exert pressure on the walls of the combustion chamber. The pressure forces a piston to move, turning the crankshaft and ultimately the drive wheels.

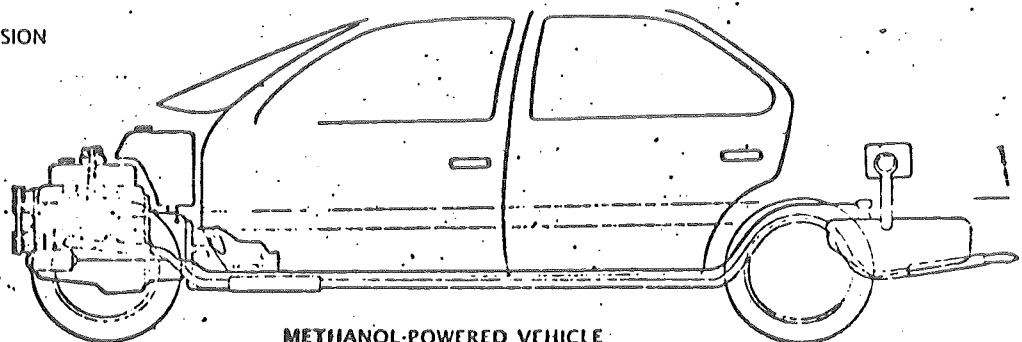
Several factors decrease the efficiency of the engine. Heat escapes through the walls of the combustion chamber thereby reducing the pressure in the chamber and hence the energy available to do work. Furthermore, at the end of the expansion phase, which is limited by physical constraints on the engine design, the combustion gases are still at high temperature and pressure. The hot gases are exhausted from the engine even though they

FLYWHEEL
ENGINE — P — TRANSMISSION
STANDARD CLUTCH



GASOLINE-POWERED VEHICLE

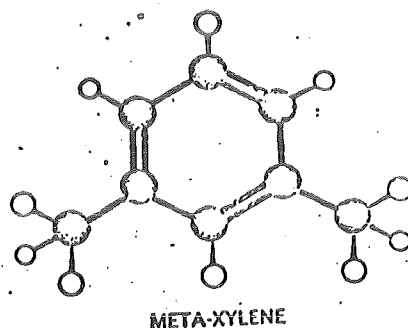
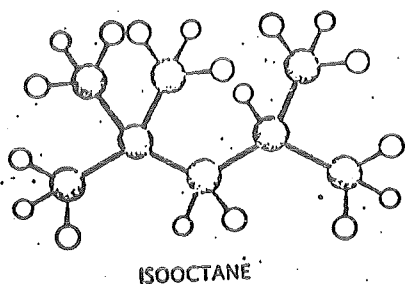
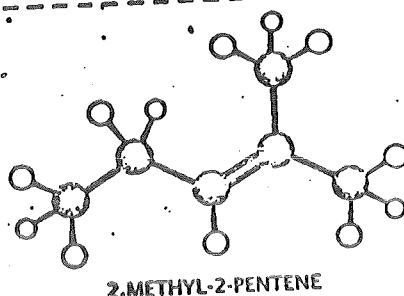
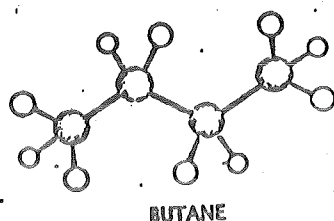
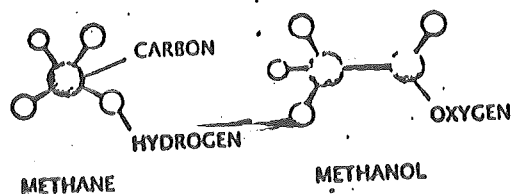
FLYWHEEL
ENGINE — TRANSMISSION
CLUTCH CLUTCH



METHANOL-POWERED VEHICLE

METHANOL-FUELED CAR could integrate various features to attain higher efficiency and generate fewer emissions than a conventional gasoline-fueled car. The high octane and low heat loss of methanol combustion make possible an efficient and small engine (red), reducing the size of the fuel tank (green), exhaust pipe (orange) and transmission (yellow) as well. The

cooling system (blue) could be made smaller by replacing the radiator and fan with thermal insulation and a hotter coolant. This change would decrease the size and aerodynamic drag of the front end. A flywheel start-stop system (detent) could shut down the engine whenever the car slowed down. A hydraulic pump-motor (purple) could store energy during braking.



SIMPLE HYDROCARBON FUELS such as methane, methanol and ethanol burn cleanly, forming mostly carbon dioxide and water. Gasoline molecules, on the other hand, are complex and contain many bonds between carbon atoms. Such molecules are more likely to leave uncombusted and photochemically active hydrocarbon compounds.

still contain a significant quantity of energy.

The engine of a passenger car, then, converts at most about 35 percent of the chemical energy in the fuel into useful work. In typical city driving, the engine averages only about 15 percent. On a combination of city streets and highways, about 30 percent of that energy goes to acceleration, 30 percent to overcoming rolling resistance and 30 percent to overcoming aerodynamic drag; the remaining 10 percent accounts for frictional losses in such moving parts as the transmission and for operating accessories.

What can be done to enhance the efficiency of a car? First, one must increase the fraction of the fuel's chemical energy that the engine transforms into mechanical work. Frictional losses in the moving parts, including the tires, must be minimized, as must the aerodynamic drag. Because both the frictional loss-

es and the energy required for acceleration are directly proportional to vehicle weight, reducing that weight must be a high priority. Finally, one must reduce the energy that is lost when the brakes are applied, perhaps by storing the deceleration energy for later use.

A methanol-fueled car enjoys several advantages when it comes to boosting efficiency. To begin, one can design a car that would weigh significantly less than a conventional gasoline- or diesel-powered car having the same performance capabilities. Several features of the methanol engine make this weight reduction possible. The methanol engine, like the diesel engine, would inject fuel directly into the combustion chamber, rather than through a carburetor or air-intake manifold. Diesel fuel combusts spontaneously under compression, and so it must be injected at the top of the piston stroke against very high pressure—approaching 20,000 pounds per square inch—which requires an ex-

pensive and heavy injection system.

Methanol, in contrast, has a very high octane value (meaning it is more difficult to ignite through compression) and so can be injected under low pressure in the early phase of the compression stroke. The methanol engine can thereby make do with a simpler and less costly injection system. In addition, the injection can be timed to provide the most efficient combustion for varying engine loads. Earlier injection would create a stratified charge (a rich, easily ignited mixture in the part of the chamber and a lean, cleaner burning mix in the rest) for low-power operation. Earlier injection, on the other hand, would give the fuel and air time to mix completely to achieve homogeneous combustion, the most efficient process for high-power operation. The properties of diesel fuel, in contrast, make homogeneous combustion impossible. What is more, because of the carbon-carbon bonds in the fossil-fuel molecules, the power output for a diesel engine (or for a conceptual direct-injection gasoline engine) is severely constrained by the need to keep smoke emissions within acceptable limits.

Because direct injection of methanol introduces the fuel at the spark or glow plug, it enables the engine to be started rapidly even in very cold climates, a problem presented by methanol engines that introduce the fuel through an air-intake manifold. As mentioned previously, methanol's high octane means that it will not ignite spontaneously even under very high compression. The engine can therefore be highly turbocharged or supercharged: the intake air can be compressed within the cylinder even before the compression stroke begins without causing the methanol to ignite. This reduces the work the engine must do to pull air into the cylinder; it also makes more air available for combustion. Indeed, methanol produces such excellent power output and efficiency that it is the only fuel used in Indianapolis-500 auto racing.

Another important feature of methanol is that it reduces heat loss during combustion. There are three principal reasons. First, methanol requires 10 times as much heat to vaporize as an equivalent quantity of gasoline. Consequently, the peak temperature of the combustion gas is lower—reducing this temperature that drives heat loss. Second, because methanol has no carbon-carbon bonds, it produces essentially no soot. Because carbon particles are very effective at radiating heat, their absence significantly reduces

es radiant-heat loss. Third, methanol has a higher ratio of combustion-gas molecules to reactant molecules than does gasoline or diesel. This improves the efficiency with which heat expands the gas and also lowers the temperature of the combustion gases, because there are more combustion-gas molecules to be heated by the energy released during combustion.

Methanol's low heat loss has the obvious advantages of improving efficiency and increasing the heat energy retained in the exhaust gases (which can be recovered for useful work by a method we shall discuss later). Less obviously, this feature can further reduce vehicle weight: because methanol reduces heat loss substantially, the engine's cooling system can be changed. Indeed, the radiator and cooling fan could be eliminated altogether if one applied thermal barriers, such as ceramics, to the combustion-chamber walls and reduced the temperature difference between the combustion gases and the engine coolant by employing hotter coolants (of around 300 to 400 degrees Fahrenheit). Many researchers have tried to

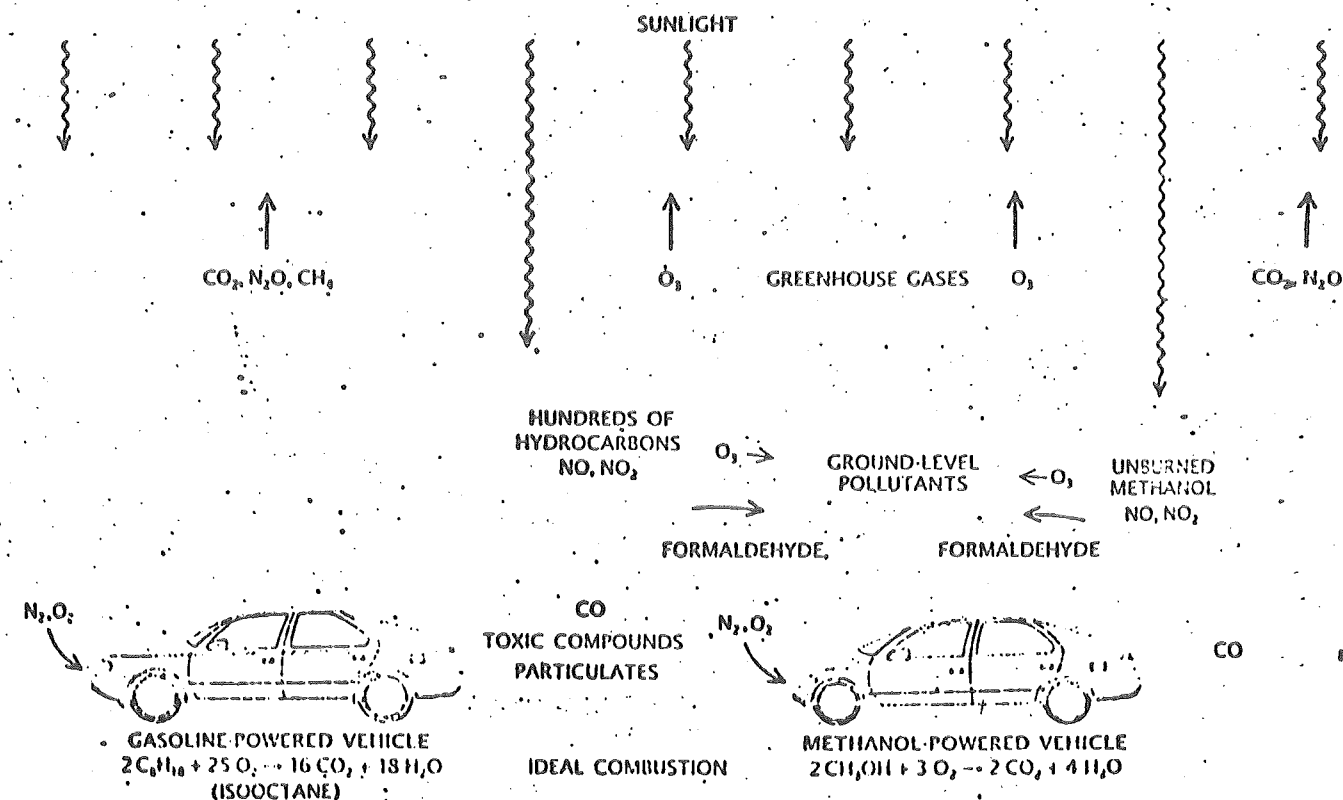
apply this idea to gasoline and especially diesel engines, but no practical design has emerged because of the high combustion temperatures and large heat loss inherent to these fuels.

Eliminating the radiator would have important benefits in the methanol car: the car would weigh less, and overall it could be redesigned to reduce aerodynamic drag. (Conventional cars must compromise aerodynamic design to accommodate the radiator and a large surface area to force air through the radiator and engine compartment.) All told, then, the weight associated with the engine, including its cooling system and structural components, would be only half that of a diesel engine and two thirds that of a gasoline engine.

With a lighter engine and cooling system, it would be possible to lighten other parts of the methanol vehicle. A lighter engine means the vehicle could have a lighter frame, lighter suspension system, lighter brakes and lighter wheels. Indeed, for every one-pound reduction in engine weight, there would be a further three-quarter-pound reduction in the weight of oth-

er parts. A lighter vehicle would need less energy to accelerate or to overcome tire-rolling resistance and internal frictional losses, and so as the weight of the vehicle went down, the engine could be made still lighter.

The car we envision would combine a light, efficient methanol engine with a five-speed manual transmission or a continuously variable automatic transmission. The engine would be coupled to the transmission through a dual-clutch, computer-controlled flywheel. Apart from the vehicle's aerodynamic contour, the driver would not notice anything unusual about the car until the key is turned in the "ignition." The key activates a small electric motor, which engages the flywheel. Within five seconds, the flywheel is rotating at 2,500 revolutions per minute, after which the electric motor disengages, leaving the flywheel spinning freely. As long as the key remains in the "on" position, the electric motor comes on periodically to boost the flywheel back to 2,500 r.p.m. Until the driver decides to move the car, the engine is not run-



EMISSIONS from future methanol vehicles could contain one fifth as much carbon dioxide and one tenth as much of various hydrocarbons as emissions from today's gasoline-burning vehicles. Methanol vehicles would almost eliminate emissions

of particulates and toxic compounds. Hydrocarbons and oxides of nitrogen react photochemically to make ground-level ozone, an irritant of the upper respiratory tract. Ozone, carbon dioxide, methane and nitrous oxide are greenhouse gases.

	METHANOL	ETHANOL	COMPRESSED NATURAL GAS	LIQUEFIED PETROLEUM GAS	ELECTRICITY
FEEDSTOCK SIZE/DIVERSITY	++	-	++	-	++
ENVIRONMENTAL IMPACTS	++	++	++	++	++
VEHICLE COST	0	0	-	-	--
VEHICLE UTILITY (range, luggage space)	0	0	--	0	--
VEHICLE PERFORMANCE	0/+	0/+	--	-	--
CURRENT FUEL OPERATING COST (low demand)	-	--	0	0	0/+
FUTURE FUEL OPERATING COST (high demand)	++	-	+	0	0/+
REFUELING CONVENIENCE (time, complexity)	0	0	--	--	--

- ++ MUCH BETTER THAN GASOLINE
 + SOMEWHAT BETTER THAN GASOLINE
 0 SIMILAR TO GASOLINE
 - SOMEWHAT WORSE THAN GASOLINE
 -- MUCH WORSE THAN GASOLINE

ALTERNATIVE FUELS' environmental, economic and performance characteristics are compared with those of gasoline made from crude oil. It is assumed that vehicles would be designed to achieve optimal efficiency and performance with each fuel.

ning, and so consumes no fuel and generates no pollution.

To start the engine, the driver presses the accelerator pedal, which signals the computer to engage the engine to the flywheel. The engine begins to run almost immediately. (Direct injection of the fuel eliminates normal starting delays.) If the driver's foot lifts completely off the accelerator pedal, the computer disengages the flywheel, and the engine stops again. To move the car, the driver runs the engine, moves the gearshift lever to drive or first gear and further depresses the accelerator pedal. If the driver depresses the pedal slowly, the computer releases the clutch gradually, and the car accelerates gently. If the pedal is depressed rapidly, the computer sends more fuel to the engine, the clutch releases quickly and the car accelerates rapidly.

Apart from the sensation of going from a "dead" engine straight to acceleration, the car responds like a conventional automatic-transmission car. The version equipped with a continuously variable transmission behaves as though it had a normal automatic transmission, except that the engine always runs at its most efficient mode. For the manual-transmission version, the driver must shift gears. There is no clutch pedal, however, because the car has an automatic clutch. To achieve peak acceleration, the driver must fully depress the accelerator. This will engage a belt-driven supercharger, which will generate a palpable surge of power.

When power is temporarily not required of the engine—for example, when the driver observes a stoplight ahead—releasing the accelerator causes the computer to disengage the engine from the flywheel, and the engine stops running. This may be a little disconcerting at first, since the sound of the running engine and the feel of the engine slowing the vehicle will be absent; the vehicle will impart a sensation of "sailing." When the car slows to a flywheel speed of 2,500 r.p.m., the second clutch is activated, and the flywheel spins free of the decelerating transmission. As the car brakes to a stop and "idles," only the flywheel remains spinning, "storing" energy for starting the engine when the light turns green. Diesel and perhaps direct-injection gasoline engines could employ this flywheel system, but the engines and vehicles would become much heavier, and most important, certain emissions, such as particulates, oxides of nitrogen and ozone-forming hydrocarbons, would increase. Compared with the average vehicle of today, the improvements discussed above could reduce the energy loss (and greenhouse emissions) for a four-passenger methanol car by between 60 and 80 percent. Much of the remaining loss results from braking and the ejection of hot exhaust gases. To make additional gains in efficiency and to reduce carbon dioxide emissions further, one must find ways to recover energy from these sources. One attractive scheme for recovering the energy dissipated by

braking would be to install a variable-flow hydraulic motor-pump. The system would engage the flywheel during braking and pump fluid into a reservoir, thereby serving to brake the car and transfer kinetic energy from the car's motion into potential energy in the reservoir. Later the stored energy would be employed to spin the flywheel. If the pressure in the reservoir reached a sufficiently high level, the hydraulic energy could supplement the drive power of the engine. (A diesel- or gasoline-powered car could also employ such a system.)

Another avenue for improving efficiency lies in methanol's unique propensity to be catalytically dissociated at a relatively low temperature. As methanol flowed from the fuel tank to the engine, it would pass through a small dissociator, where heat from exhaust gases would be used to cleave the methanol into carbon monoxide and hydrogen, which actually contain 20 percent more energy than methanol itself. This reaction would take the exhaust heat and transform it into a premium chemical energy. The enriched fuel would then be sent to the combustion chamber.

In considering the environmental impact of switching to methanol, one must also consider its manufacture. Natural gas would be an attractive feedstock; the gas that is vented or burned off at remote oil wells could instead be converted to methanol, which is more economical to transport to market. Not only could

such a scheme end the waste of this energy, but it also would eliminate a substantial source of greenhouse gases. In the short term, as long as petroleum prices remain low, methanol would probably be synthesized abroad, in the many countries abundant in natural gas. Unfortunately, that would mean continued dependence on imported energy. One interesting alternative would be to tap the large amount of natural gas produced on Alaska's North Slope; in fact, if Alaskan oil production slows down in the 1990's, the Alaska pipeline could transport methanol.

In the long term, we think that coal—of which there are vast reserves in the U.S.—could become a more attractive feedstock. This possibility has raised objections because the synthesis of methanol from coal produces higher levels of carbon dioxide than do other fossil-fuel feedstocks. There are several possible ways to reduce the carbon dioxide waste. One way is to employ more efficient processes, in which more of the carbon in coal is converted into methanol rather than carbon dioxide. A second way would be to collect carbon dioxide emissions at the plant, either for sale or for disposal in depleted oil and gas wells. Yet a third, long-term option would be to add hydrogen to the process: the excess carbon dioxide could then be turned into more methanol. The hydrogen could be supplied by electrolyzing water using electricity supplied by a nonfossil-fuel-power plant.

If coal-fed methanol plants were required to keep carbon dioxide emissions to a minimum, and if methanol vehicles were made to be highly efficient, it is projected that total carbon dioxide emissions might be as little as one fifth of the amount now generated by vehicles that burn gasoline refined from crude oil. If methanol were extracted from biomass, which absorbs as much carbon dioxide as it emits, no further carbon dioxide would enter the atmosphere, and contributions to global warming would be negligible.

The demand for methanol as an automotive fuel would also offer a new market for the high-sulfur coal that is now burned in electric-power plants in the Midwest and the East and that contributes greatly to acid rain. Instead of forcing plants to install costly scrubbers or putting thousands of coal miners out of work, policy makers could reduce acid-rain emissions by designating high-sulfur coal as a feedstock for methanol, whereas the low-sulfur coal reserves in the Southeast and West could fuel the nation's power

plants. Such a program not only would supply the country with a cleaner transportation fuel and reduce acid rain but also would increase domestic employment and economic growth, reduce oil imports and foreign-trade deficits and enhance national security.

To put the cost of such a change into perspective, one might consider the following. If the high-sulfur coal burned in the U.S. were converted into methanol, that methanol could more than replace all the oil the U.S. imports from the Persian Gulf. And if the billions of dollars spent on the increased U.S. military presence in the Gulf could be spent on plants to convert coal into methanol, these plants could be fully funded in less than two years—and they would provide clean, domestic liquid fuel for decades.

We have highlighted many of the immediately foreseeable benefits of methanol fuel and have identified some of the areas for future technological improvement. With a change of such magnitude, however, the possibility of creating new problems must be thoroughly evaluated. We believe all the anticipated problems can be solved.

Critics note, for example, that methanol vehicles would emit twice as much formaldehyde as gasoline vehicles currently do. (The formaldehyde from vehicle emissions is estimated to account for about 75 cancer cases a year in the U.S.) Yet one must also consider that only one third of the formaldehyde related to vehicle emissions comes directly out of the tail pipe; the remaining two thirds is formed by the photochemical conversion of hydrocarbon emissions into

formaldehyde. Pure-methanol vehicles will generate only one tenth as much of the hydrocarbons that are photochemically converted to formaldehyde as gasoline vehicles generate. The ambient formaldehyde level, then, could fall if vehicles were converted to methanol. In any case, the effect would be dwarfed by the impact methanol would have on other carcinogenic pollutants, including diesel particulates, 1,3-butadiene, polycyclic organic compounds and benzene. Together these compounds are estimated by the EPA to account for about 800 cancer cases a year. If gasoline and diesel fuel were completely replaced by methanol, these toxic pollutants would be virtually eliminated.

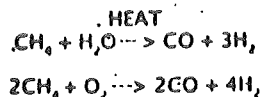
Various other objections to methanol—that it is corrosive and acutely toxic, is explosive in a closed tank and has an almost colorless flame—are not considered serious obstacles by automotive engineers. To avoid corrosion, one would replace certain parts of the fuel system with materials such as stainless steel or inexpensive plastics such as polyethylene. To avoid the possibility of accidental ingestion, very low levels of colorants and odorants can be mixed with methanol (which is otherwise colorless and odorless). Ballies, or flame arresters, would be placed in the opening of the fuel tank to prevent accidental ignition of methanol vapor. The flame arrestor would also prevent siphoning, which is the dominant cause of accidental ingestion of fuel. Incidentally, methanol vapor in the open air is far less flammable than gasoline, which makes it safer in spills and car crashes. In the rare vehicle fire, other substances besides methanol would be likely to burn as well, generating vis-

THE SYNTHESIS OF METHANOL

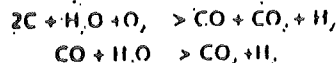
Methanol (CH_3OH) is synthesized by a catalyzed reaction of carbon monoxide with hydrogen.

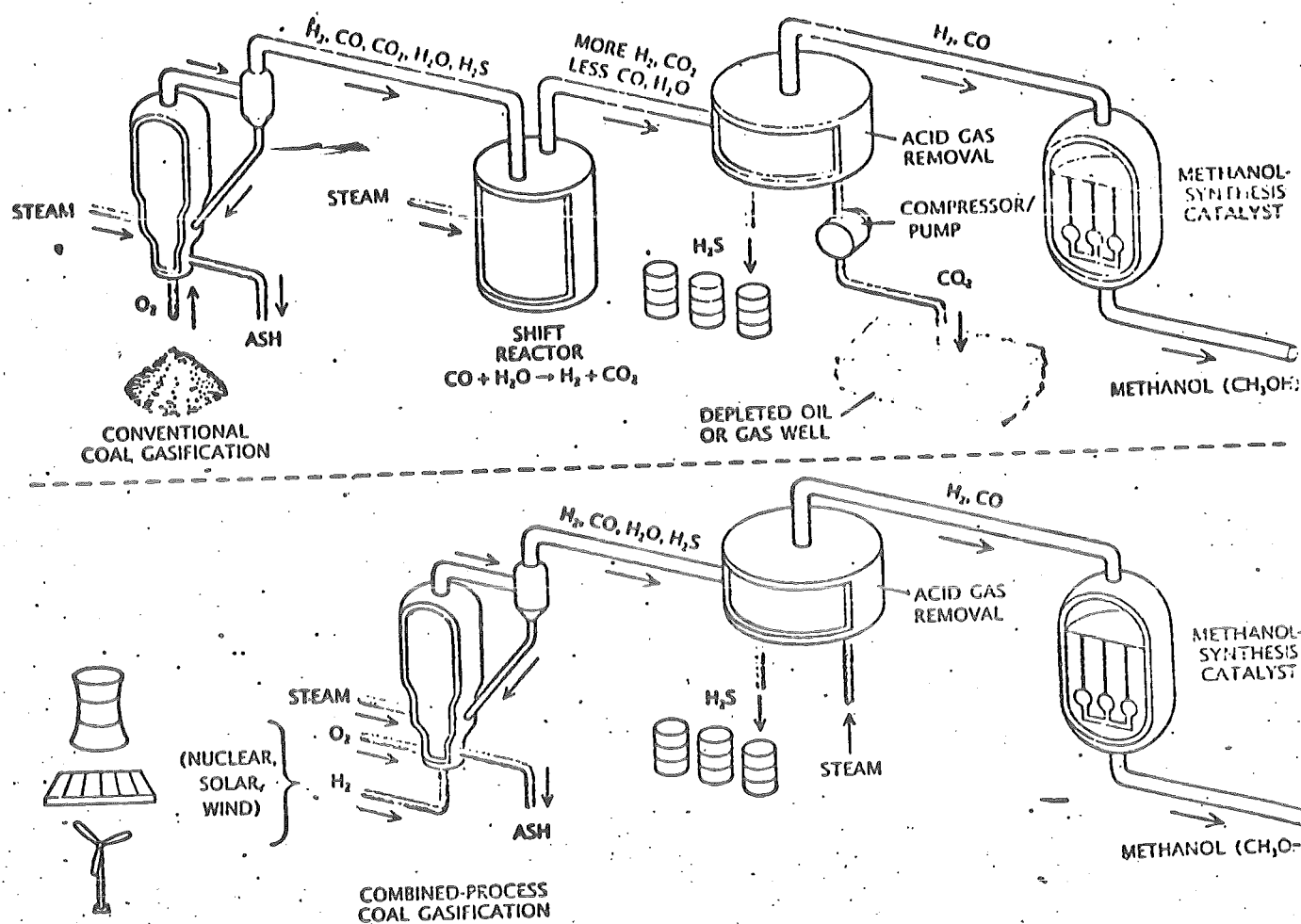


The necessary carbon monoxide will most likely be provided by feedstocks of natural gas (methane) or coal. Natural gas (CH_4) reacts with water or oxygen to form carbon monoxide and hydrogen. Some carbon dioxide is also generated in the overall process that provides either the heat or the oxygen.



To make methanol from coal, the coal must be gasified. The carbon (C) in coal is reacted with water and oxygen to form carbon monoxide, carbon dioxide and hydrogen. The process creates more waste carbon dioxide than does the methane-based process because coal has a higher ratio of carbon to hydrogen.





CARBON DIOXIDE is generated during the conventional synthesis of methanol from coal (top), both when coal is gasified to hydrogen and carbon monoxide and at a second stage, when steam is added to increase the ratio of hydrogen to carbon monoxide. Excess carbon dioxide, together with hydrogen sulfide produced from sulfur in the coal, must be removed before

the mixture is passed over sensitive catalysts to yield methanol. The carbon dioxide could be pumped into a spent oil or gas well. Alternatively, the excess carbon (which would otherwise result in carbon dioxide) could be converted to methanol by adding hydrogen from an external source, such as the electrolysis of water at a nonfossil-fuel-power plant (bottom).

ble flames; but to allay concerns, one could employ a fuel additive that would make the flame visible.

There are compelling reasons for beginning the transition to methanol soon, because it will take many years for the program to reach a beneficial scale. Such a transition demands national leadership. The entire transportation infrastructure is set up for petroleum fuels, and the activities of major sectors of the economy will have to be coordinated if the transition is to succeed. Although it may be in the national interest to develop alternatives to petroleum fuels, it may not be in the immediate interest of individual companies or sectors that depend on the current infrastructure. Industry does not want to build cars for which fuel is not yet widely distributed; gas-station owners do not want to carry a fuel for which there is not yet a demand. They must be persuaded

that methanol is a viable alternative fuel, and they will need incentives to make the necessary changes.

Although this is not the venue for an extended discussion about the economics and public-policy issues of switching to alternative fuels, we do want to make two important points. First, it should be remembered that there is a precedent for successfully introducing a new transportation fuel throughout the country: the federal government, automotive industry and oil industry worked together to introduce unleaded gasoline in 1975. Second, many European countries tax gasoline at levels that if they were applied here not only would encourage the development of alternative fuels but also would help to alleviate federal budget and trade deficits. It is time for the U.S. to begin designing a methanol-based transportation system for the next century. By doing so,

the country would take a major step forward in solving its environmental problems and securing its energy destiny, and it would stake out a leading role in planning the future of global transportation.

FURTHER READING

- MOVING AMERICA TO METHANOL, Charles L. Gray, Jr., and Jeffrey A. Alston, University of Michigan Press, 1985.
- AUTOMOTIVE METHANOL VAPORS AND HUMAN HEALTH, Special Report of the Institute's Health Research Committee, Health Effects Institute, May, 1987.
- NEW TRANSPORTATION FUELS, Daniel Sperling, University of California Press, 1988.
- QUANTITATIVE ESTIMATE OF THE AIR QUALITY IMPACTS OF METHANOL FUEL USE, Armstrong Russell et al. Prepared for the California Air Resources Board and the South Coast Air Quality Management District by Carnegie-Mellon University, May, 1989.

A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA COM O USO DO METANOL
ENCONTRO TÉCNICO REALIZADO EM 21 e 22/06/90.

CONCLUSÕES:

Com o objetivo de registrar e avaliar a utilização da mistura ternária etanol-metanol-gasolina, que passou a ser utilizada em São Paulo a partir de 7 de março de 1990, a Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (SBPE) e a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) realizaram nos dias 21 e 22 de junho de 1990, no Auditório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o encontro técnico "A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA COM O USO DO METANOL". Este evento contou com a participação de diversas Entidades e Órgãos Públicos e possibilitou o levantamento de importantes informações de interesse público, que são resumidas a seguir:

Uso Emergencial Passado

O metanol dentro da mistura ternária foi analisado sob os seguintes aspectos: desempenho do veículo (potência, torque, dirigibilidade), economia de combustível, resistência dos diversos materiais ao seu contato, emissão e efeitos sobre a saúde.

Com relação ao desempenho e economia, observou-se diferenças desprezíveis em comparação com o álcool etílico hidratado combustível (AEHC), podendo-se portanto caracterizar a mistura ternária como equivalente ao AEHC.

Com relação à resistência dos materiais na distribuição e uso de mistura ternária, os ensaios de laboratório indicaram não haver problemas com os componentes metálicos, exceto uma maior corrosividade dos produtos cadmiados e bicromatizados, que são usados em bombas de combustíveis.

Com relação aos materiais sintéticos foi constatado, em laboratório, inchamento de peças de poliamida, principalmente bôias dos carburadores, bem como aumento de peso de bôias de nitropor o que poderia vir a prejudicar o bom desempenho do veículo. Na prática, entretanto, não há evidência de falhas de peças em quantidade

...

significativamente maior à observada para os demais combustíveis de vido a presença do metanol na mistura.

Com relação ao transporte e estocagem de metanol puro e mistura ternária, a resistência dos materiais se mostrou como equivalente à verificada para os hidrocarbonetos e etanol, tendo havido, entretanto, atenção especial para as práticas de manutenção e operação. No tocante à segurança e ao risco de incêndio ou explosão, verificou-se que os procedimentos e equipamentos aplicados para hidrocarbonetos e AEHC são adequados para o metanol puro e para a mistura ternária.

Com relação às emissões de escapamento houve significativa equivalência com os produtos encontrados na utilização de AEHC. Embora a emissão evaporativa tenha apresentado aumento, em relação a do AEHC, este aumento é compensado pela redução ocorrida na emissão de combustível não queimado pelo escapamento.

Com relação à exposição ocupacional dos frentistas, centenas de exames clínicos e testes de laboratório (presença de metanol na urina) foram conduzidos, revelando quantidades inferiores ao limite biológico recomendado (5 mg/l). Em cinco testes a quantidade ultrapassou os 5 mg/l, porém não se constatarem alterações clínicas que caracterizassem envenenamento e nem há confiança de que as concentrações observadas tenham como origem o manuseio de combustível. Na fase de armazenamento e transporte nas bases da PETROBRÁS, medidas de qualidade do ar mostraram desnecessário o uso de proteção respiratória para os operadores. Essa proteção, entretanto, é mantida nas atividades de manutenção.

Apesar dos resultados de exposição ocupacional não condenaram o uso da mistura, ficou evidente a necessidade de melhores condições de acompanhamento e incremento dos testes e exames efetuados, bem como padronização da metodologia de amostragem e análise de metanol na urina. Os equipamentos de proteção individual não se mostraram suficientemente adequados e operacionais para manuseio, e não foram distribuídos para cerca de 30% dos frentistas.

O monitoramento ambiental da qualidade do ar em São Paulo revelou concentração de metanol na atmosfera abaixo do limite de

detecção do método utilizado (0,36 ppm) e as concentrações de aldeídos no ar não tiveram seu perfil alterado em relação as medidas realizadas anteriormente à introdução do metanol como combustível. Também não há indicação de alteração da taxa de formação de oxidantes fotoquímicos, a partir da utilização da mistura ternária.

A utilização do metanol na mistura foi considerada como a opção mais adequada, se comparada com as alternativas de conversão dos motores, racionamento e misturas domésticas de combustível, sob todos os pontos de vista aqui analisados.

Uso Emergencial Futuro

Quanto ao uso da mistura ternária por mais um período emergencial, as conclusões são as seguintes:

É preciso que a sociedade, seja informada pelo Órgão de Governo, de maneira clara e objetiva sobre a necessidade do uso da mistura ternária por um período adicional e que seja esclarecida sobre a experiência já adquirida. É fundamental a definição do período de utilização da mistura.

Quanto ao desempenho, economia de consumo, emissões e resistência dos materiais, a expectativa é de que o comportamento prático seja equivalente ao já observado. Para maior garantia, quanto à durabilidade de peças e componentes em contato com o combustível, é recomendável que haja uso descontínuo do metanol nas regiões em que o mesmo tenha sido intensivamente utilizado.

Quanto ao transporte, estocagem e manuseio, não há evidência de maiores inconvenientes, conforme foi mostrado pela experiência passada.

Com relação a exposição ocupacional, um esquema mais bem elaborado de controle da saúde dos profissionais precisa ser desenvolvido e estabelecido. Os Equipamentos de Proteção Individual devem ser reavaliados e as normas de segurança estendidas aos demais combustíveis.

O monitoramento da qualidade do ar deverá ser mantido.

O uso emergencial deverá ser limitado a meados de 1991 em função do cumprimento da legislação CONAMA sobre poluição de veícu-

los leves, visto que as tecnologias escolhidas para a redução de emissões para os veículos modelo 1992, a serem lançados no segundo semestre de 1991, não foram desenvolvidas para o uso da mistura ternária.

Uso Permanente

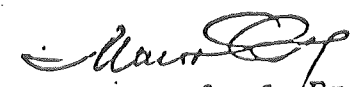
Se as condições técnicas, econômicas, de impacto ao meio ambiente e de saúde ocupacional e pública apontarem para um uso permanente e disseminado do metanol, o combustível deverá ser definido, especificado e garantido por um período mínimo de 10 anos para permitir o projeto, desenvolvimento e aplicação nos veículos, bem como estabelecimento de procedimentos de rotina operacional no transporte, estocagem e manuseio do combustível. É importante notar que o período mínimo recomendado de 10 anos deverá ser continuamente avaliado e estendido, de modo a garantir a confiança da sociedade no novo combustível.

Conclusões elaborados por:

- Prof. José Roberto Moreira - Secret. da Ciência e Tecnologia
- Engº. Jean Cesare Negre - CESP
- Engº. Claus Bromberg - BR050L
- Engº. Alfred Suwarc - CETESB
- Consult. Téc. Alan Douglas Poole

COORDENAÇÃO

- Técnica - SBPE
- Organização - AEA
- Apoio - IPT


AEA - Associação Brasileira
de Engenharia Automotiva

aaf.13/08/90.

SECRETARIA GERAL

Rua Cubatão, 608 - CEP 04013 - São Paulo - SP - Telefones: (011) 549-0281 - 571-4927 - Telex: (11) 35592 AEA

CONSIDERAÇÕES SOBRE O METANOL

01. O metanol ou álcool metílico é uma substância bastante conhecida que pode ser produzida a partir da madeira, carvão mineral, gás natural ou de outras fontes.
02. Sua utilização é bastante difundida. Pode ser usado como solvente em diversos processos industriais (perfumaria, cortume, produção de formaldeído para utilização na fabricação de aglomerados de madeira, etc.) e como matéria prima na produção de aditivos anticongelantes e outros produtos químicos. Pode também ser usado como combustível e alguns exemplos são: a Fórmula Indy nos Estados Unidos, na qual o piloto brasileiro Emerson Fittipaldi foi o campeão em 1989; o aeromodelismo, que há mais de 50 anos o utiliza e na aviação para a partida dos motores.
03. O metanol é uma substância tóxica, assim como também são tóxicos a gasolina, o chumbo, o benzeno, etc. No entanto, como toda e qualquer substância química, o que distingue sua utilidade de sua toxicidade é a dosagem. A principal forma de intoxicação do metanol é a ingestão oral e é importante se saber que o metanol, quando em contato com o olho, irrita mas não provoca cegueira. Ele só pode vir a cegar no caso de ingestão oral e suas dosagens letais variam de 30 a 500 ml.
04. No Brasil o metanol não está sendo utilizado na sua forma pura, mas sim misturado ao álcool e à gasolina. A mistura de álcool (60%), metanol (33%) e gasolina (7%) recebe ainda a adição de um corante vermelho para a sua identificação pelo público e apresenta cheiro e gosto similar ao da gasolina. Esses fatos são importantes para se evitar uma ingestão accidental do combustível.
05. Embora o metanol seja classificado como uma substância tóxica, a sua presença na mistura não deve ser motivo para alarme. A presença de álcool etílico, em conjunto com o metanol, diminui os riscos de uma eventual intoxicação durante o manuseio da mistura combustível, pois o álcool atua no organismo humano como uma espécie de antídoto do metanol.
06. Os estudos realizados pela USP e pela CETESB indicam que os riscos associados ao transporte, manuseio, estocagem e uso da mistura combustível são semelhantes aos de outros combustíveis, como a gasolina, que são normalmente utilizados.

RECIBO DE ENTREGA DE MATERIAL
CETESB - DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO
DIÁRIO DE ENTREGA

07. Os cuidados com o manuseio da mistura álcool – metanol – gasolina são semelhantes aos que devem ser adotados para os demais combustíveis e podem ser assim resumidos:

- . não chupar o combustível, pois pode ocorrer ingestão acidental seguida de intoxicação;
- . usar luvas de material impermeável em caso de necessidade de contato com áreas molhadas pelo combustível;
- . manusear o combustível somente em local ventilado, verificando-se, ainda, a ausência de pontas de cigarro acesas, faíscas, fagulhas, etc., que possam trazer risco de fogo;
- . em caso de derramamento acidental sobre partes do corpo, pisos ou instalações e equipamentos, deve-se lavar bem o local afetado com bastante água;
- . não manter junto à pele, panos, estopas ou roupas molhadas com o combustível.

08. A necessidade da utilização do metanol, como combustível, surgiu para solucionar a real crise do abastecimento de álcool, como se pode perceber com as faltas constantes no Rio, Santa Catarina e no Paraná, trazendo consequências desastrosas para o cidadão.

09. Esse problema surgiu em decorrência da total falta de planejamento do governo federal, que mesmo sabendo, há mais de 5 anos, da possibilidade da situação chegar a esse ponto, nada fez. O máximo que chegou a fazer foi adotar medidas extremamente prejudiciais ao meio ambiente das grandes cidades, como foi o caso da redução de 22% para 18% e posteriormente 12% de álcool anidro adicionado à gasolina distribuída no país. Estas práticas aumentam em até 50% o nível de emissão de monóxido de carbono em nossa atmosfera. Para uma cidade poluída como São Paulo, este fato pode representar um desastre de proporções imprevisíveis e é por isso que houve uma grande mobilização na cidade contra a medida. Isto levou o governo a garantir, para a Região Metropolitana de São Paulo, a adoção do índice de 22% de álcool anidro durante o inverno (é no inverno que as condições de dispersão de poluentes são piores e os níveis de poluição sobem muito).

10. Como consequência dessa reação inesperada de São Paulo, os órgãos federais, responsáveis por definir a questão dos combustíveis, pediram para que a CETESB procedesse estudos sobre a alternativa do metanol. Depois de exaustivos testes a CETESB concluiu ser possível o uso do metanol sem prejuízo à saúde e ao meio ambiente.

11. Além

álcool

a. o r

b. o t

No p

que t

geren

No se

grand

de-c

sim p

introc

álcool

mático

12. O me

da bi

estud

vados

são r

exem

comb

Lei. N

ros já

para

de bi

razõe

prese

em o

ção c

11. Além do metanol, só existiam duas alternativas para impedir a falta de álcool:

a. o racionamento;

b. o uso indiscriminado da gasolina.

No primeiro caso, sabemos ser inviável num país com as deficiências que tem o nosso, tanto em transporte coletivo como em capacidade de gerenciamento.

No segundo caso, trata-se de uma alternativa criminosa, já que o grande inimigo da qualidade do ar nas grandes cidades é o monóxido de carbono emitido, principalmente pelos veículos a gasolina. E este sim pode matar. Ainda nesse contexto é preciso alertar sobre o risco da introdução da gasolina premium no mercado. Essa gasolina, com 0% de álcool anidro, polui 100% mais, com o agravante de conter 30% de aromáticos; substâncias provavelmente cancerígenas.

12. O metanol, assim como o álcool, faz parte da categoria de combustíveis da biomassa (derivada de vegetais) que no mundo inteiro estão sendo estudados e introduzidos para substituir os combustíveis fósseis (derivados do petróleo). Esses combustíveis, além de serem mais limpos, são renováveis e, portanto, não se esgotam. Nos Estados Unidos, por exemplo, há uma firme disposição de se adotar o metanol e outros combustíveis de biomassa em sua frota, fato já proposto sob a forma de Lei. No Japão e em vários países da Europa, os novos modelos de carros já são fabricados para funcionar com metanol nas grandes cidades, para minimizar os problemas de poluição. É fato que os combustíveis de biomassa e os álcoois (etanol, metanol) serão a opção do futuro por razões econômicas e ambientais. A opção por combustíveis fósseis representa andar na contramão da história, principalmente se levarmos em conta que o Brasil, com o álcool, é o pioneiro no mundo na utilização de combustíveis limpos e alternativos ao petróleo.

O metanol e a tríplice aliança da baderna

ROGÉRIO CÉZAR DE CERQUEIRA LEITE

O homem perverte suas melhores causas. O curandeirismo expulsa a medicina e a higiene. O proselitismo populista contamina a política e a ação social. O charlatanismo religioso explora o inocente desamparado. E não é diferente com a conservação ambiental onde a demagogia irresponsável agride a racionalidade, obstrui o progresso e degrada a própria qualidade de vida. E o que estamos vendo com o caso do metanol é justamente isto. Dão as mãos o oportunismo politiquês de prefeitos e outros administradores, o corporativismo defensivo de mesquinhos interesses grupais e o exibicionismo inescrupuloso das madonas do ambientalismo de ocasião.

Tudo começou em 1985 com a instalação da anarquia e do caos que caracterizou o governo Sarney. Sua praxis administrativa incluía o entoaquecimento de seus ministros e a distribuição de cargos técnicos a amigos e aliados de conveniência. Esfacelaram-se a política industrial e os programas do setor de energia. A visão imediatista colocou como meta única e onipotente o combate à inflação. Incapaz de conter o setor privado, o governo Sarney comprimiu tarifas levando as estatais Petrobrás e Eletrobrás à bancarrota. Somente em 1989 sofreu esta última uma perda de receita de US\$ 2,9 bilhões, devido à defasagem da tarifa. Esse resultado, aliás, vinha de encontro aos preceitos da administração Sarney. Degradar e corromper para fragilizar e assim reduzir às suas próprias dimensões pessoais as instituições que governava. E neste bolo amalgamado de decadência e impunidade traçou-se os destinos do Pró-álcool.

Somente no Centro-Sul, 29 usinas foram à falência, representando uma capacidade de produção de 500 milhões de litros anuais. Sarneirizada, a até então imaculada Petrobrás lançou e patrocinou uma campanha de desinformação e desmoralização do Pró-álcool. Colocando os interesses da empresa acima dos interesses nacionais, a presidência da Petrobrás adere ao "salve-se quem puder" e privilegia a importação de petróleo em detrimento do álcool nacional. Por quatro vezes, apenas em 88, atrasa a Petrobrás o pagamento do álcool, além de aumentar o período de aquisição de seis para 12 meses, transferindo o ônus de financiamento e de estocagem para os produtores. Nestas condições, desestimulados pela guerrilha corporativista e pela contenção irracional de preços, os produtores deixaram de expandir suas plantações, apesar de significativa capacidade ociosa de destilarias. Com uma capacidade de 16 bilhões de litros anuais, estagnou a produção em 12 bilhões, ou seja, no patamar atingido em 1985.

Os fartos estoques estratégicos acumulados até então foram extintos com o crescimento do consumo nestes quatro últimos anos e contenção da produção. Desesperados, produtores do Nordeste

reverteram parte de sua produção para o açúcar, cujos preços internacionais estão convidativos, e uma pequena quebra de safra também ocorreu. Todavia, esses fatores tiveram uma influência menor e seriam facilmente suplantados e os estoques estratégicos tivessem sido mantidos nos níveis de 85 e 86.

O governo foi amplamente informado e estava consciente de que não haveria escapatória. Todavia, o racionamento do álcool servia ao macabro projeto do corporativismo da Petrobrás de desmonte do Pró-álcool. O inevitável câmbio negro que sempre adere a restrições ao consumo servia aos propósitos da legião de biscateiros que viceja no governo Sarney.

Assim, racionamento e mercado negro, caos e corrupção, estariam indelevelmente ligados ao álcool como combustível na mente simplista do cidadão médio brasileiro, quase sempre desinformado. Esta seria a derrota final do único programa bem-sucedido em todo o mundo de substituição de combustível fóssil por energético renovável e satisfatório do ponto de vista ambiental.

O metanol surge então como uma possível tábua de salvação do Pró-álcool. Há, deste álcool que é produzido atualmente a partir de derivados de petróleo ou do gás natural, um excedente de produção no mercado internacional onde alcança preços bastante convidativos. Ensaio técnico demonstram que até 30% em volume, o metanol compõe uma satisfatória mistura com o álcool etílico do ponto de vista da eficiência da combustão em motores a álcool. Esse acréscimo, 30% de metanol, permitiria suprimir qualquer forma de racionamento e evitaria essas ineficazes conversões de motores a álcool para gasolina.

Todavia, essa decisão precisaria ser tomada enquanto for alto o estoque de álcool etílico, caso contrário não haverá álcool para misturar com o metanol e é duvidosa a eficácia de misturas com mais que 30% de metanol. E infelizmente este indeciso e incompetente governo não consegue tomar uma decisão.

Outra estratégia em consideração é a simples conversão de álcool anidro em hidratado, o que tem custo zero, ou quase. Entretanto, esta opção seria relativamente adversa ao meio ambiente. O

álcool atua como antidetonante quando misturado à gasolina, preservando o motor e melhorando a combustão. Esta função teria que ser atenuada por outro antidetonante. E embora por períodos curtos compostos organo-metalicos à base de chumbo, os antidetonantes clássicos, fossem toleráveis, perturbações ao meio ambiente advinham da simples adição de 20% na queima de gasolina. E bom não esquecer que a mudança de 22 para 18% de álcool adicionado a gasolina já teve consequências ambientais em São Paulo. Pois bem, estas são as duas únicas alternativas viáveis a curto prazo para suprir a deficiência de álcool. Simplesmente aumentar o consumo de gasolina pela conversão de álcool anidro em hidratado e arcar com o incremento da poluição característica dos derivados de petróleo, acenando concomitantemente uma crescente e ampliada contaminação pelo chumbo. Ou, por outro lado, aceitar eventuais acidentes que possam ocorrer com a ingestão acidental de metanol. Este acontecimento é extremamente improvável, principalmente se houver uma campanha de esclarecimento. É bom lembrar que os mitos que apontavam o metanol como poluente devido à produção de formaldeído foram completamente desmentidos com as publicações, em 87, do Relatório Especial do Institute's Health Research Committee, e em 88 do seu similar, elaborado pelo Carnegie-Mellon para o Estado da Califórnia. Hoje é reconhecido este combustível como superior à gasolina do que diz respeito ao meio ambiente. Atualmente nos EUA e na Europa estão em consideração o álcool etílico e o metanol na inevitável substituição de derivados de petróleo como energéticos a serem utilizados em grandes centros urbanos. Enquanto isso o Brasil se esforça para expelir o álcool e reinstalar a poluição do petróleo. E nesta algaravia se associam os subalternos interesses corporativistas dos dependentes do petróleo, os politiquês de ocasião e as madonas ambientalistas, a tríplice aliança da baderna nacional.

ROGÉRIO CÉZAR DE CERQUEIRA LEITE, 39 anos, é professor emérito da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e membro do Conselho Editorial da Folha.

A guerra santa do metanol

ROGÉRIO CÉZAR DE CERQUEIRA LEITE

É um combustível assassino. "A ingestão de mais de dez mililitros pode ser fatal." "A dose máxima aceitável na atmosfera é de 500 partes por milhão." Essa substância "é solvente de gorduras, alterando funções dos nervos, produzindo depressão, coma e convulsões". "Devido à baixa tensão superficial, essa substância se espalha por vastas superfícies, tais como aquelas do pulmão humano, causando edema, pneumonia bronquial e irritação gastrointestinal. Mudanças degenerativas no fígado e nos rins e hipoplasia da medula ocorrem após inalação prolongada." Essas afirmativas foram extraídas do "Manual de Envenenamento, Diagnóstico e Tratamento" de responsabilidade do conceituado R. H. Dreisbach, professor emérito da Escola de Medicina de Stanford.

Não seria pois de surpreender se, baseado nessa avaliação, um prefeito consciente de suas responsabilidades viesse a proibir o uso desse combustível em setores urbanos densamente habitados e tráfegados, como a cidade de São Paulo, por exemplo. E com toda razão, pois é isso que está para acontecer em grandes centros urbanos do mundo industrializado. Administradores municipais, estaduais e federais envidam todos os esforços para banir, ou pelo menos reduzir a proporções toleráveis, o uso da gasolina e do diesel nas cidades. Sim, da gasolina sim senhor. As afirmativas extraídas do "Manual de Envenenamento" se referiam a derivados de petróleo e não ao metanol.

Esse último combustível é seis vezes menos tóxico, de acordo com a mesma fonte. O que é prejudicial à saúde humana é o produto de seu metabolismo, o formaldeído. Todavia, se ingerido em conjunto com o álcool etílico, o metanol se torna ainda menos tóxico pois o álcool, competindo nas mesmas vias de metabolização, retarda a produção de formaldeído, por um fator de cinco. Assim sendo, uma mistura de 30% de metanol com 63% de álcool etílico e 7% de gasolina, que é a proporção proposta para a mistura a ser usada no Brasil, é aproximadamente cem vezes menos tóxica que a gasolina, se ingeridos os dois combustíveis em iguais quantidades. Também o formaldeído produzido na combustão da gasolina somado àquele derivado de fotoconversão a partir de hidrocarbonetos alcança um maior volume no caso de gasolina do que no caso do formaldeído produzido na combustão do metanol. Além do mais, a gasolina é tipicamente uma mistura de cerca de cem hidrocarbonetos, todos tóxicos e alguns como o benzeno, por exemplo, extremamente tóxicos e voláteis. Aliás, é bom lembrar que vapor de metanol no ar livre é muito menos inflamável do que o vapor de gasolina.

Falam os ecologistas da necessidade de testes biológicos. Pois bem, nunca houve um caso de adoção de um

combustível com tão extensa informação experimental. Uma revisão dessa literatura foi elaborada por técnicos da "Celanese Corporation". Algumas das conclusões são aqui transcritas. "Metanol não constitui um risco agudo, exceto em ingestão acidental a altas doses pelo homem". "Lugares de trabalhos normais e exposição da pele, correntes em usinas químicas e postos de gasolina, não devem apresentar riscos se o limite legal de tolerância de 200 ppm for respeitado. Exposição repetida ao metanol não revelou sinais de efeitos sistêmicos." "O metanol reduzirá o conteúdo de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos e óxidos de enxofre emitidos durante o processo de combustão, mas o nível de aldeídos aumentará." É bom deixar claro que devido a certas características físicas, em condições idênticas, o conteúdo de metanol em uma atmosfera fechada, devido à vaporização espontânea, é seis vezes menor que aquele referente à gasolina. E como esta última é muito mais tóxica que o metanol, o manuseio da gasolina significa um potencial de acidente muito

maior. A maior produção de aldeídos não é relevante, pois o uso do álcool etílico já demonstrou que esse efeito é negligenciável, uma vez que a emissão de aldeídos é comparável para os dois álcoois.

Várias experiências com ratos, cães e símios mostraram de maneira insofismável que o metanol é muito menos agressivo que a gasolina quanto à ingestão, à inalação e à exposição da pele e dos olhos. Experiências quanto a ação carcinogênica também deixaram claro que o metanol é uma substância inócua.

Como o metanol é inodoro e é destituído de cor, seria interessante a adição de um corante e um odorante. Os problemas por vezes mencionados quanto a ignição acidental em tanques não existem ou são neutralizados quando se trata de misturas. Aliás, a forma corrente de álcool etílico usado comercialmente contém em muitos países 5% de metanol, as chamadas fórmulas 1 e 3A. E até as crianças manipulam esse líquido. Será que os nossos engenheiros da Petrobrás não seriam capazes de manipular uma mistura a 30%? Pois é isso mesmo. Todo cidadão brasileiro já limpou seus copos e vidros com uma mistura a 5% de metanol. Toda mãe já desinfetou corte no joelho do filho com esse terrível veneno. E nas nossas cozinhas e banheiros temos sempre, permanentemente, ao alcance das mãos de crianças, sem uma inscrição de advertência sequer, esse veneno assassino. Mas se não é tão perigoso assim, alguma coisa está errada. Temos portanto o direito de desconfiar que essa campanha contra o metanol é propulsionada por outros motivos. Que tal se brincássemos, por um breve momento, de detetive?

A vítima da campanha antimetanol é o Proulcool. Qual a consequência imediata do declínio da demanda de álcool? A ampliação da compra de petróleo no exterior, não é? E como é gostoso comprar barris e mais barris de petróleo daqueles rechonchudos e generosos xêques da Arabia Saudita! Com a extinção do Proulcool seriam mais de um e meio bilhão de dólares por ano transacionados. E, para finalizar, alguns comentários sobre as duas informações técnicas que embasaram as decisões administrativas e jurídicas, impedindo o uso do metanol. A primeira cita o "Handbook of Analytical Toxicology, International Symposium on Alcohol Fuel Technology — 1977 — Chemical Rubber Company".

Qualquer um depreende da tabela que o metanol é tão tóxico quanto o álcool e a gasolina para contato com a vista e a pele, comparável ao álcool e menos tóxico que a gasolina para ingestão e pior que o álcool e melhor que a gasolina para inalação e penetração pela pele. Em resumo, é nitidamente superior à gasolina e relativamente inferior ao

álcool quanto à toxidez. Pois não é que o comentarista insinua que o metanol uma vez ingerido é convertido em aldeído fórmico sem se lembrar que é esse efeito que está na linha referente ao metanol. Os dados referentes ao aldeído fórmico se referem à ingestão de aldeído fórmico. O sofisma pretendido desmerece o autor, pois não é sequer inteligente. Outra fonte citada é a "Enciclopédia Britânica", que afirma que "muitos casos de cegueira e morte ocorreram pela ingestão de misturas que o continham". E, de fato, aconselho o leitor a não beber gasolina, queroseja "Q-Boa", ou qualquer outro líquido de limpeza. Mesmo que seja em dose dez ou cem vezes menores. De preferência beba um bom uísque ou um bom conhaque, mas também é bom não esquecer que o álcool também é venenoso. Sua dose fatal mínima é apenas dez vezes maior que aquela referente ao metanol. Aliás, os acidentes fatais enumerados neste cômico relatório se referem sempre a ocasiões em que o metanol produzido da madeira foi usado na produção de bebidas clandestinas. Ora, dificilmente alguém no Brasil iria ao posto de gasolina para tomar a sua batida, com a pinga tão barata. A "Enciclopédia Britânica" também se refere à grande produção de metanol para fins industriais e não há nesse extenso campo de aplicação indícios de que o metanol tenha causado acidentes em proporções maiores do que outros insumos intermediários produzidos a volumes comparáveis.

O segundo memorando, de autoria da Petrobras-Sercon, é uma obra-prima de desinformação e sandice. O relatório diz que a inalação de vapores de metanol em garagens fechadas é perigosa porque essa situação produz emissões

212

PÁGINA

09-B

CETESB - Recortes de Notícias

“evaporativas”, provoca uma “intoxicação 500 vezes menor que a dose letal mínima”. Ora todos os dias ingerimos ou inalamos substâncias tóxicas em doses maiores que essa. Um trago de pinga ou de uísque (de cinco centímetros cúbicos) tem mais álcool que uma medida 500 vezes menor que a dose letal de álcool. Tome o inteligente autor do relatório 500 aspirinas, ou 500 doses de qualquer remédio. Ou inale 500 vezes aquilo que inala de vapor de gasolina, todos os dias, na garagem da Petrobrás. Já dizia Paracelsus, há quase 500 anos, que “toda substância é veneno. Não há nenhuma que não seja veneno. A dose correta diferencia o veneno do remédio”. Aliás, uma das consequências de envenenamento por benzeno, um frequente componente da gasolina, é a deterioração do córtex e a perda de neurônios, o que talvez explique o nível intelectual do referido relatório.

ROGÉRIO CEZAR DE CERQUEIRA LEITE, 56, físico é professor emérito da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e membro do Conselho Editorial da Folha.

TOXIDEX COMPARADA (1)

	Contato com o vapor	Inalação	Penetração pela pele	Irritação da pele	Ingestão
Gasolina (2)	2	2	2	1	1
Metanol	2	2	2	1	1
Etanol	2	2	2	1	1
Aldeído Fórmico	4	3	4	4	3

Observações: 1) Graduação da toxidez: 1 = leve, 5 = extrema toxidez

2) Foi apresentada um valor medio mais provável para a gasolina por ser uma mistura de composição variada.



14X - Anthony de Christo
85756 87

TELEGRAMA

GABINETE DO GOVERNADOR

DO

ESTADO DE SÃO PAULO T.GG.OQ.011/90

São Paulo 18 de JANEIRO de 1990

ENDEREÇO

EXCELENTÍSSIMO SENHOR
DOUTOR VICENTE CAVALCANTE FIALHO
DIGNÍSSIMO MINISTRO DAS MINAS E ENERGIAS
ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS - BLOCO J - 8º ANDAR
CEP: 70.056 - BRASÍLIA - DF

SENHOR MINISTRO,

TENDO EM VISTA PARECER DA PROCURADORIA GERAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, NO SENTIDO DE QUE A PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO NÃO É COMPETENTE PARA EDITAR O DECRETO QUE PROIBIU A MISTURA DO METANOL AO ÁLCOOL E À GASOLINA E QUE, À LUZ DA CONSTITUIÇÃO EM VIGOR, A COMPETÊNCIA PARA LEGISLAR SOBRE MEIO AMBIENTE É CONCORRENTE, DA UNIÃO E DOS ESTADOS; TENDO EM VISTA OS ESTUDOS TÉCNICOS CONSUBSTANCIADOS EM PARECERES EXARADOS PELA CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL E PELA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SE CUNDO DE QUASE, DESDE QUE FEITA DENTRO DOS PARÂMETROS TÉCNICOS RECOMENDADOS, ESTA MISTURA NÃO PRODUZ QUALQUER PROBLEMA AMBIENTAL;

TENDO EM VISTA, FINALMENTE, O INTERESSE PÚBLICO DE NOSSO ESTADO.

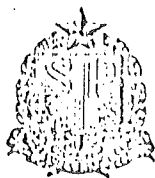
COMUNICAMOS A VOSSA EXCELÊNCIA QUE O GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO É FAVORÁVEL À UTILIZAÇÃO DO METANOL, EM MISTURA COM ETANOL E GASOLINA, COMO COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS AUTOMOTORES.

ESTAMOS ENVIANDO A VOSSA EXCELÊNCIA, ATRAVÉS DE OFÍCIO, OS PARECERES SUPRA MENCIONADOS, EM QUE NOS EMBASAMOS PARA ASSUMIR ESSA POSTURA.

NA OPORTUNIDADE, RENOVO A VOSSA EXCELÊNCIA OS PROTESTOS DE ELEVADA ESTIMA E APREÇO.

ORESTES QUÉRCIA
GOVERNADOR DO ESTADO DE
SÃO PAULO

AMT/spa



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

Senhor Procurador Geral:

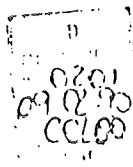
A questão que é submetida à nossa apreciação diz respeito à amplitude jurídica de que goza o Estado de São Paulo para poder interferir no problema suscitado pela escassez de etanol e à tentativa feita pela Petrobrás por determinação do Conselho Nacional de Petróleo de preencher o "deficit" existente pela importação de metanol destinado a utilização como combustível de veículos automotores em mistura com etanol e gasolina.

A controvérsia demanda um enfoque sob dois ângulos fundamentais: o primeiro deles diz respeito à possível repercussão na matéria do art. 177 da Constituição da República e o segundo sob a ótica dos desdobramentos possíveis no campo da preservação ambiental e da saúde pública.

Consideração jurídica em torno do art. 177 da Constituição da República.

Diz o referido preceito.

"Constituem monopólio da União:



VERDIVIA (PDE 236)

PASTA (01.14)

OF/SMA/202/90

PASTA (01.10)



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

2

I - a pesquisa e a lavra das jazidas de petróleo e gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos;

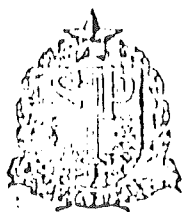
II - a refinação do petróleo nacional ou estrangeiro;

III - a importação e exportação dos produtos e derivados básicos resultantes das atividades previstas nos incisos anteriores;

IV - o transporte marítimo do petróleo bruto de origem nacional ou derivados básicos de petróleo produzidos no País, bem assim o transporte, por meio de conduto, de petróleo bruto, seus derivados e gás natural de qualquer origem;

V - a pesquisa, a lavra, o enriquecimento, o reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios e minerais e seus derivados.

São diversas as razões que historicamente, e nos mais diversos recantos, têm levado o Estado a reservar para si, valendo-se de um monopólio de direito certas atividades econômicas que, por força desta avocação, são subtraídas da concorrência privada. Há casos em que os monopólios foram instituídos para substituir a exação tributária. São os chamados monopólios fiscais: tabaco, fósforos, álcool etc.... Outros monopólios foram instituídos por razões políticas: moedas, rádio-difusão, televisão etc... Há, ainda, a mencionar-se os fatores meramente administrativos: estradas de ferro, papel de imprensa etc.... Alguns são muito antigos,



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

3

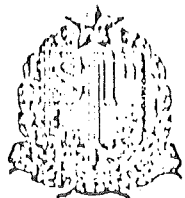
como é o caso das moedas que na França data de Felipe, o Belo; outros são bem mais recentes como é o caso do papel de imprensa, que não remonta a mais do que 1936. (Cf. a respeito André de Laubadere, Droit Publique Economique Précis Daloz, Deuxième Edition, pág. 251).

Alguns monopólios têm por objeto a totalidade da atividade sobre que recaem; outros incidem apenas numa parte da mesma.

Podem, de outra parte, incidir sobre serviços públicos de âmbito nacional, como também sobre serviços dessa natureza, mas limitados ao campo das circunscrições político-administrativas menores.

São também variadas as formas pelas quais os Estados organizam e gerem o monopólio. Alguns preferem geri-lo pela própria Administração centralizada; outros optam pela criação de entes descentralizados, mas dotados de personalidade jurídica própria. Conhece-se, ainda, a exploração do monopólio por meio de Sociedades de Economia mista ou de Empresas Públicas. E, finalmente, há casos em que o Poder Público, sem abrir mão da titularidade da atividade monopolizada, opta pela concessão da mesma a uma empresa privada.

2. O monopólio de que se trata aqui não é aquele de fato, isto é, que surge pela desnaturação do regime da competição, fazendo emergir único fornecedor



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

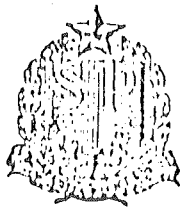
GABINETE DO PROCURADOR GERAL

4

de um dado produto. Este monopólio é reprimível. O que faz a Constituição é autorizar a criação por lei em favor do Poder Público do regime de monopólio. Não há que se confundir no nosso sistema constitucional o monopólio com o serviço público. Este também leva a um regime monopolístico, mas não se cifra a isto. Há também neste caso um regime jurídico especial. No monopólio esta especialidade de regime não é da sua essência.

3. Houve profunda alteração no atual sistema constitucional no que toca à criação dos monopólios. Pelo texto anterior havia a possibilidade da criação de monopólios de determinada indústria ou atividade, desde que esta instituição se desse por lei federal, satisfeitos os requisitos da indispensabilidade por motivo de segurança nacional ou para organizar setor que não pudesse ser desenvolvido com eficácia no regime de competição e de liberdade de iniciativa. (art. 163). Isto não significa que a própria Constituição anterior não estatuisse a mesma esta sorte de exploração econômica exclusiva. Era o que se dava com o monopólio da pesquisa e da lavra de petróleo que defluía diretamente da Lei Maior predecessora. (art. 169.).

Aliás, saliente-se que foi a Constituição de 1967 que por primeiro cuidou de instituir monopólio no seu próprio texto. Antes disso a matéria era tratada pela legislação sub-constitucional. Assim é



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

5

que o Decreto-Lei nº 395 de 1938 nacionalizou a indústria de refinação do petróleo importado ou de produção nacional. A nacionalização aí referida não se confunde com a monopolização. Tratava-se tão-somente de garantir que as empresas que se voltassem a essas atividades fossem de capital social constituído exclusivamente por brasileiros natos, em ações ordinárias, nominativas, e cujas direção e gerência fossem confiadas exclusivamente a brasileiros natos, com participação obrigatória de empregados brasileiros, na proporção estabelecida pela legislação do país.

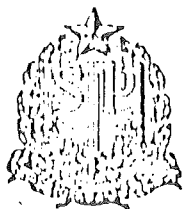
A partir da Lei nº 2.004/53 opera-se a implantação de um efetivo monopólio. Já aqui estamos, contudo, ingressando noutro tópico que merece tratamento apartado.

A Petrobrás e o Monopólio de Pe
tróleo.

4. Como vínhamos vendo foi a Lei nº 2.004 de 03 de outubro de 1953 que criou em benefício da União o monopólio das atividades petrolíferas. Convém examinar os termos em que o fez, transcrevendo-se o artigo 1º da referida lei:

"Constituem monopólio da União:

I - a pesquisa e a lavra das jazidas de petróleo e outros hidrocarbonetos fluídos e gases,



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

6

raros, existentes no território nacional ou estrangeiro;

II - a refinação do petróleo nacional ou estrangeiro;

III - o transporte marítimo do petróleo bruto de origem nacional ou de derivados de petróleo produzidos no País; e bem assim o transporte, por meio de condutos, de petróleo bruto e seus derivados, assim como de gases raros de qualquer origem".

A mesma lei autorizou a criação de uma empresa destinada a desempenhar essas atividades: a Petróleo Brasileiro - S/A - Petrobrás -, sociedade composta de capitais públicos e privados, sob o controle da União. É, portanto, uma sociedade de economia mista federal. Compete, todavia, à justiça local conhecer das causas de que seja parte. José Celso de Mello Filho justifica muito bem essa posição ao consignar que só ficará caracterizada a competência da Justiça Federal nos processos em que a União, entidade autárquica ou empresas públicas federais forem interessadas na condição de autoras, rés, assistentes ou oponentes. Continua o mestre:

"Note-se que o texto constitucional nenhuma referência faz às sociedades de economia mista federal. Nesse sentido: RT, 293/542-7; R.T.J. 63/130 e Súmula 556 do S.T.F. As sociedades de economia mista, como a Petrobrás, só terão foro na Justiça Federal, quando a União intervier na causa como assistente ou oponente (Súmula 517 do



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

7

S.T.F)".

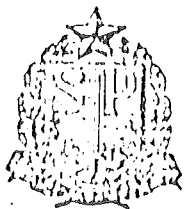
E mais adiante finaliza:

"A Petrobrás na verdade, atua como empresa concessionária do Governo Federal para a execução das atividades petrolíferas monopolizadas (RTJ 77/259). Observa-se, ainda, que a Petrobrás, não sendo entidade integrada na estrutura política da União, nem possuindo a natureza autárquica, dado que é mera sociedade de economia mista, não é favorecida pelo princípio da imunidade tributária recíproca instituída pelo artigo 19, III, a, e seu § 1º, do texto constitucional (RTJ. 94/613). No mesmo sentido: Súmula 76 do S.T.F." (Constituição Federal Anotada, Editora Saraiva, 2ª edição, pág. 520).

A Petrobrás passou a gozar de um privilégio legal cuja amplitude era acentuada. Compreendia a pesquisa, a lavra, a refinação, a distribuição, a importação, a exportação, o comércio e transporte do petróleo de seus derivados e dos gases naturais.

Achavam-se excluídos àquela altura a venda a varejo e o transporte de produtos petrolíferos industrializados. (Hely Lopes Meirelles, Direito Administrativo, 6ª edição, pág. 521 apud José Celso de Mello Filho opus cit, pág. 520).

Note-se que o atual texto amplia



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

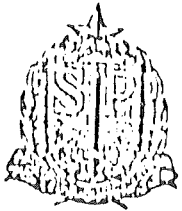
GABINETE DO PROCURADOR GERAL

8

não só o preceito equivalente da Constituição anterior, que se limitava a garantir o monopólio tão-somente da pesquisa e da lavra do Petróleo, como também dá uma latitude maior ao próprio monopólio estatuído na Lei nº 2004/53. A inclusão do inciso III, ora comentado, alargou as dimensões do privilégio estatal, na medida em que incluiu a importação e exportação dos produtos e derivados básicos resultantes das atividades previstas nos incisos anteriores.

5. É de assinalar-se que as jazidas petrolíferas compõem a dominialidade pública. São bens que integram o patrimônio da União. Ao contrário do que se dá com a concessão da pesquisa e lavra de minerais em geral, no caso do petróleo o proprietário do imóvel no qual se dá a ocorrência do produto, não ostenta qualquer direito a uma eventual participação nos resultados da lavra. O máximo a que faz jus é uma indenização pelos prejuízos causados, quer pela pesquisa, quer pela lavra. Tomamos a liberdade de remeter o leitor para os comentários ao parágrafo 1º deste mesmo artigo.

Quanto aos Estados, ao Distrito Federal e Municípios, bem como órgãos da administração direta da União, tem eles direito a participação no resultado da exploração do petróleo ou do gás natural, desde que a reserva se encontre no respectivo território, plataforma continental, mar territorial, ou zona econômica exclusiva. Essa participação pode ser substituída por uma compensação fina-



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

9

ceira, tudo conforme disposto no art. 20, § 1º, da Constituição Federal.

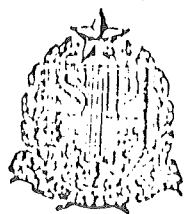
6. As considerações até aqui expendidas tiveram por escopo demonstrar a evolução por que passou o monopólio estatal sobre o petróleo a fim de que de todas as alterações havidas resultasse claro que este privilégio da União também no passado como no presente se limita ao petróleo e seus derivados gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos. Em nenhum momento abarcou como também obviamente não abarca no presente momento o monopólio sobre outros combustíveis não extraíveis dos da produção recém-referida. Em conclusão o comércio do metanol é livre, ao alcance da própria iniciativa privada.

RECEBUEMOS
SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO
1954

A questão do metanol vista do ângulo da preservação ambiental e da saúde pública.

7. A polêmica em torno da utilização do metanol é travada em função, sobretudo, dos seus possíveis efeitos nocivos às boas condições ambientais como também dos danos que, supostamente por alguns, causa a quem lida com o produto.

Antes de estudar-se com mais detenção a repartição constitucional de competências a fim de tornar certo a quem cabe (União, Estados ou Municípios) prover sobre o assunto, convém admitir-se que por certo não faltariam



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

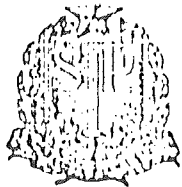
10

poderes a um Estado-membro da federação para dispor sobre uma situação da qual lhe estivesse provindo um inequívoco dano ecológico, colocando, inclusive, em risco a saúde pública em geral e, especialmente, a dos manipuladores do produto gerador do malefício ; no caso sob estudo, o metanol.

8. Acontece, entretanto, que os estudos técnicos realizados até o momento não comprovaram as açodadas apreensões de alguns ecologistas. Ironicamente, parece terem trazido a lume verdades diametralmente opostas. Nos Estados Unidos o metanol já é utilizado e, da experiência até agora feita, o que resulta de conclusivo é que se trata de combustível muito menos poluente do que a gasolina quer em termos da manutenção de condições normais de ozônio na atmosfera, quer no que diz respeito à menor emissão de gás carbônico. Do exposto resultam as previsões já feitas segundo as quais o metanol será certamente uma das fontes energéticas, que deverão substituir os derivados de petróleo, ao menos em países não vocacionados à geração do etanol.

9. De outra parte, estudos realizados no Brasil, dentre os quais deve salientar-se pela inequívoca competência técnica e idoneidade do órgão prolator, o resultado a que chegou a pesquisa de combustíveis com metanol, levada a cabo pela CETESB.

10. Nesse trabalho fica evidenciado, do que os principais riscos provenientes da utilização do me-



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

11

tanol como combustível veicular seriam os advindos da exposição direta. Isto significa dizer que existe perigo no manuseio, no contato com a pele, na ingestão e inalação de vapores dos combustíveis. Tais ameaças não são exclusivas do metanol, havendo riscos dessa natureza também na própria gasolina. Além do mais, como a própria pesquisa evidencia, esses males podem ser evitados obedecendo-se a regras técnicas específicas facilmente implantáveis pela divulgação das advertências competentes.

11. Em síntese conclusiva, não existem evidências técnicas inconfutáveis a imporem a proibição do uso desse produto. Pelo contrário, ao que se assiste é à sua adoção em países avançados, como meio alternativo para obtenção de um combustível veicular mais puro do que a gasolina.

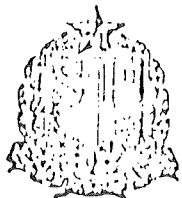
12. Do ângulo da competência jurídica para prover sobre o assunto a questão fundamental que se coloca é a seguinte: dispõe o Estado de São Paulo de competência constitucional para regular o assunto ?

Na atual Constituição da República a competência para legislar sobre a ecologia vem contemplada pelo art. 24, VI. "in verbis":

"Compete à União, aos Estados e
ao Distrito Federal legislar concorrentemente

.....

VI - florestas, caça, pesca, fau



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

12

na, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos na
turais, proteção do meio ambiente e controle da poluição".
e pelo inciso XII do mesmo preceito:

"previdência social, proteção e
defesa da saúde".

13. A Constituição Federal esclarece muito bem o que seja competência concorrente. A sua primeira característica é que sobre ela a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais (art. 24, § 1º). A segunda é que a faculdade da União não exclui a competência suplementar dos Estados (art. 24, § 2º). Em terceiro lugar, a inexistência de lei federal sobre normas gerais libera os Estados para exercerem a competência legislativa plena, para atender as suas peculiaridades (art. 24, § 3º). Finalmente, a superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário, reza o art., 24, § 4º.

Em função da disciplina constitucional da matéria e levando-se em conta a situação fática re
nante, marcada pela inexistência de legislação federal sobre o tema, resulta claro o seguinte:

14. Ao Estado de São Paulo é líc
to dispor sobre o assunto, sendo certo, é ób
vio, que essa nor
matividade terá a sua eficácia circunscrita aos limites do território desta Unidade da Federação. Outrossim, a referida normatividade deverá ater-se à disciplinação das questões sus



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

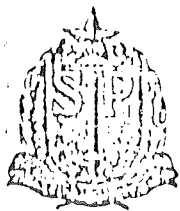
13

citáveis dentro do próprio Estado!

Na inexistência de legislação estadual a respeito e tendo, em vista a absoluta conveniência pública de que o Governo estadual, sob cuja jurisdição se encontra a maior parcela da frota nacional de veículos automotores, discipline a matéria, avulta incontestável o direito do Chefe do Executivo baixar decreto permitindo a comercialização do metanol no âmbito do Estado.

15. O referido ato normativo não ofenderia preceito legal ou constitucional algum, eis que, como já visto, inexistente até o momento proibição legal do comércio do aludido gás. Viria, contudo, escoimar de qualquer dúvida a situação reinante no Estado, oferecendo, em consequência, a indispensável certeza jurídica a todos os agentes do processo.

O sugerido decreto não deixaria, além do mais, de traduzir uma manifestação de vontade política do Governador do maior Estado da Federação, num momento tão crucial para a sobrevivência do Proálcool, posto em perigo certamente por erros do passado, mas que grupos desinformados se consagram agora a derrotá-lo de vez. Agindo da forma proposta, o Senhor Governador do Estado estará tomando um firme posicionamento tanto no sentido de prevenir eventual colapso de parte da frota de veículos deste Estado, como também para a preservação de um programa alternativo do uso de petróleo, no exato momento que o mundo reconhece a inevitabilidade da alteração da matriz energética, não só por, ra



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

14

zões de escassez do mineral, como de preservação ambiental. Seria irônico que um plano que arrostou o ceticismo, à época, de muitos países viesse a sucumbir no preciso instante em que ele é vencedor eis que são os próprios céticos de então que voltam hoje à procura de soluções para um problema para o qual o Brasil oferece excelente solução. Urge, pois, defender o etanol. No presente instante, a adoção do metanol é medida impositiva para preservação do primeiro. Uma atitude do tipo alvitrado não poderia deixar de trazer importante contribuição deste Estado para costear-se uma dificuldade de caráter momentâneo, mas suscetível de trazer danos irreversíveis.

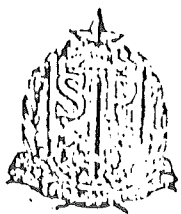
A questão da liminar.

16. Poder-se-ia objetar que tudo até aqui exposto estaria comprometido diante de uma hipotética vigência no território do Estado de medida liminar concedida em 1º grau pela Justiça Federal.

Assim não acontece, no entanto, como se passará a demonstrar.

Interposta pelo Ministério Público, a ação em pauta foi ajuizada no Distrito Federal. Em tese, poder-se-ia falar em efeito "erga omnes", por força do art. 16 da Lei 7.347, de 24 de julho de 1985.

Acontece, entretanto, que, subme



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

15

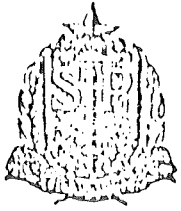
tida a medida à própria Justiça Federal, já agora em grau de recurso, mereceu parecer favorável ao apelo e, em consequência, contrário à concessão, do próprio Ministério Público, e o Presidente do Tribunal Regional Federal do Distrito Federal houve por bem cassar a medida "initio litis", o que a destitui, até nova decisão, um eventual agravo legal, de eficácia.

Conclusão final.

17. Diante do grave problema suscitado pela escassez, em âmbito nacional, do álcool hidratado, abre-se ao Governo do Estado a seguinte oportunidade.

Editar decreto executivo deixando certo que é livre a comercialização e o consumo do etanol, sempre no âmbito territorial desta Unidade da Federação, tudo com total desconhecimento da medida judicial, eis que a liminar concedida em Brasília, como visto, foi cassada pelo Tribunal Regional Federal do Distrito Federal.

Rapidamente, cabe examinar a validade do Decreto baixado pela Prefeitura da Cidade de São Paulo. Não conferindo a Constituição de 88 qualquer competência para os municípios legislarem sobre ecologia e saúde pública, nem mesmo concorrenciaismente, o ato em questão é des-



SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA JUSTIÇA
PROCURADORIA GERAL DO ESTADO

GABINETE DO PROCURADOR GERAL

16

tituído de respaldo jurídico. Em síntese, é inconstitucional. É a qualquer é lícito descumprir atos eivados do vício supremo. Recomenda-se, pois, a sua desconsideração jurídica.

É o nosso parecer.

São Paulo, 15 de janeiro de 1990.

Assinatura manuscrita de Celso Seixas Ribeiro Bastos, em tinta preta, com uma caligrafia fluida e elegante.

CELSE SEIXAS RIBEIRO BASTOS

PROCURADOR DO ESTADO-ASSESSOR

Data Aquis.:
Indic.:
Livraria:
Preço: Cr\$
Data Entrega: 28/10/96

162P